This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

ZWEIUNDSECHZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1870.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXII. BAND. II. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1870. — HEFT VI BIS X.

(Mit 29 Tafeln und 15 Holzschnitten.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1870.

171782

STANFORD LIBRARY

INHALT.

Seite

XV. Sitzung vom 2. Juni 1870: Übersicht 3

v. Schrötter, L., Über die Wirkung der *Digitalis* und *Tct. Veratri viridis* auf die Temperaturverhältnisse bei der croupösen Pneumonie. (Mit 5 Tafeln.) [Preis: 1 fl. 50 kr. = 1 Thlr.] 5

XVI. Sitzung vom 17. Juni 1870: Übersicht 39

Tschermak, Nachrichten über den Meteoritenfall bei Murzuk im December 1869. [Preis: 5 kr. = 1 Ngr.] 43

Bauer, Über eine Legirung des Bleies mit Platin. [Preis: 5 kr. = 1 Ngr.] 46

Winckler, Über die Relationen zwischen den vollständigen Abel'schen Integralen verschiedener Gattung. [Preis: 50 kr. = 10 Ngr.] 49

Hlasiwetz u. *Habermann*, Zur Kenntniß einiger Zuckerarten, (Glucose, Rohrzucker, Levulose, Sorbin, Phloroglucin). [Preis: 20 kr. = 4 Ngr.] 125

Kratschmer, Über Reflexe von der Nasenschleimhaut auf Athmung und Kreislauf. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 50 kr. = 10 Ngr.] 147

Puschl, Über Wärmemenge und Temperatur der Körper. [Preis: 20 kr. = 4 Ngr.] 171

Exner, Über die Curven des Anklingens und des Abklingens der Lichtempfindungen. (Mit 1 Holzschnitt.) [Preis: 10 kr. = 2 Ngr.] 197

XVII. Sitzung vom 23. Juni 1870: Übersicht 202

Jelinek, Über den jährlichen Gang der Temperatur zu Klagenfurt, Triest und Árvaváralja. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 45 kr. = 9 Ngr.) 205

Hornstein, Über die Bahn des Hind'schen Cometen vom Jahre 1847. (1847 I.) [Preis: 20 kr. = 4 Ngr.) . . 244

Weyr, Ed., Über ähnliche Kegelschnitte. (Mit 1 Holzschnitt.) [Preis: 10 kr. = 2 Ngr.] 261

XVIII. Sitzung vom 7. Juli 1870: Übersicht 273

Weiss, Beiträge zur Kenntniß der Sternschnuppen. (II. Abhandlung. Mit 4 Holzschnitten.) [Preis: 45 kr. = 9 Ngr.] 277

Seite

Hinrichs, Zur Statistik der Krystall-Symmetrie. (Mit einem Holzschnitte.) [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] 345

Rochleder, Über das Vorkommen von Mannit in der Wurzel von *Manihot utilissima* Pohl (*Jatropha Manihot* L.) [Preis: 5 kr. = 1 Ngr.] 362

Exner, Über Ammoniakentwicklung aus faulendem Blute. [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] 363

Pfaundler u. *Platter*, Über die Wärmecapacität des Wassers in der Nähe seines Dichtigkeitsmaximums. (Mit 2 Holzschnitten.) [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] 379

Czermak, Über Schopenhauer's Theorie der Farbe. [Preis: 20 kr. = 4 Ngr.] 393

Beckerhinn, Über das Monoacetrosanilin. [Preis: 10 kr. = 2 Ngr.] 412

XIX. Sitzung vom 14. Juli 1870: Übersicht 417

Beckerhinn, Neue Methode der Darstellung des Jodphosphoniums. (Bildet mit der vorhergehenden Abhandlung ein Heft im Separatabdrucke.) 420

Boué, Über die verschiedenartige Bildung vereinzelter Berg- oder Felsenkegel oder Massen. [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] 421

v. Waltenhofen, Über einen einfachen Apparat zur Nachweisung des magnetischen Verhaltens eiserner Röhren. (Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt.) [Preis: 20 kr. = 4 Ngr.] 438

XX. Sitzung vom 21. Juli 1870: Übersicht 441

Toldt, Beiträge zur Histologie und Physiologie des Fettgewebes. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 35 kr. = 7 Ngr.] . 445

Loschmidt, Experimental-Untersuchungen über die Diffusion von Gasen ohne poröse Scheidewände. II. [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] 468

XXI. Sitzung vom 6. October 1870: Übersicht 481

Czumpelik, I. Beiträge zur chemischen Geschichte des α) Cymols. II. Über einige Derivate der Cuminsäure. III. Über Nitrobenzylcyanid und Amidobenzylcyanid. [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] 486

v. Schrötter, L., Über die Wirkung des *Tartarus emeticus* und des *Chininum bisulfuricum* auf die Temperaturverhältnisse bei der croupösen Pneumonie. (Mit 5 Tafeln.) [Preis: 1 fl. 60 kr. = 1 Thlr. 2 Ngr.] 503

König, Beiträge zur Theorie der elektrischen Nervenreizung. [Preis: 10 kr. = 2 Ngr.] 537

Seite

Barth, Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck: 8. Über einige Umwandlungen des Phenols. 9. Über Bromphenolsulfosäuren. Von *C. Senhofer*. 10. Vorläufige Notiz über einige Derivate der Gallussäure. Von *O. Rembold*. [Preis: 20 kr. = 4 Ngr.] 547

XXII. Sitzung vom 13. October 1870: Übersicht 569

Schapringer, Über die Contraction des Trommelfellspanners. [Preis: 5 kr. = 1 Ngr.] 571

Wretschko, Experimental-Untersuchungen über die Diffusion von Gasgemengen. [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] 575

XXIII. Sitzung vom 20. October 1870: Übersicht 590

Wittek, Über die tägliche und jährliche Periode der relativen Feuchtigkeit in Wien. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 30 kr. = 6 Ngr.] 592

Lippmann, I. Untersuchungen über die Phenoläther. (Mit 2 Holzschnitten.) II. Über das Benzoylsuperoxyd und sein Verhalten gegen Amylen. (Mit 1 Holzschnitt.) Von *Demselben* und *A. Sperlich*. [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.) . . 605

v. Basch, Die ersten Chyluswege und die Fettresorption. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 25 kr. = 5 Ngr.] 617

XXIV. Sitzung vom 3. November 1870: Übersicht 637

v. Waltenhofen, Über die Anziehung, welche eine Magnetisirungsspirale auf einen beweglichen Eisenkern ausübt. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 30 kr. = 6 Ngr.] 639

v. Oppolzer, Über den Winnecke'schen Kometen. (Komet III. 1819.) I. Abhandlung. [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] . 655

XXV. Sitzung vom 10 November 1870: Übersicht 676

Peterin, Über die Bildung elektrischer Ringfiguren durch den Strom der Influenzmaschine. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 20 kr. = 4 Ngr.] 679

Benigar, Experimental-Untersuchungen über die Diffusion von Gasgemengen. [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] . . . 687

Schrauf, Mineralogische Beobachtungen. I. (Mit 6 Tafeln.) [Preis: 1 fl. 25 kr. = 25 Ngr.] 699

XXVI. Sitzung vom 17. November 1870: Übersicht 761

Mandl, Über Brust- und Kopfstimme. [Preis: 10 kr. = 2 Ngr.] 764

v. Hochstetter, Über den inneren Bau der Vulkane und über Miniatur-Vulkane aus Schwefel; ein Versuch, vulkanische Eruptionen und vulkanische Kegelbildung im Kleinen nachzuahmen. (Mit 3 Holzschnitten.) [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] 771

Seite

Gottlieb, Chemische Analyse des Königsbrunnens zu Kostreinitz in der unteren Steiermark. [Preis: 5 kr. = 1 Ngr.] 780

Reibenschuh, Analyse der gräfl. Meran'schen Johannesquelle und der Nebenquelle bei Stainz. [Preis: 10 kr. = 2 Ngr.] 786

XXVII. Sitzung vom 1 December 1870: Übersicht 801

Weyr, Em., Über Evoluten räumlicher Curven. [Preis: 10 kr. = 2 Ngr.] 804

Beckerhinn, Notiz über das Verhalten einiger Nitroverbindungen unter Einwirkung des Ozons. [Preis: 5 kr. = 1 Ngr.] 809

Mayer u. *v. Basch*, Untersuchungen über Darmbewegungen. [Preis: 25 kr. = 5 Ngr.] 811

XXVIII. Sitzung vom 9. December 1870: Übersicht 850

Teclu, Chemische Untersuchung des Meteoriten von Goalpara in Assam (Indien). Preis: 5 kr. = 1 Ngr. 852

Tschermak, Über den Meteoriten von Goalpara und über die leuchtende Spur der Meteore. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 20 kr. = 4 Ngr.] 855

XXIX. Sitzung vom 15. December 1870: Übersicht 866

v. Littrow, Physische Zusammenkünfte der Planeten 1 bis 82 während der nächsten Jahre. [Preis: 15 kr. = 3 Ngr.] 868

Weiss, Discussion der während der totalen Sonnenfinsterniss am 18. August 1868 angestellten Beobachtung und der daraus folgenden Ergebnisse. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 1 fl. 50 kr. = 1 Thlr.] 873

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXII. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

6.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XV. SITZUNG VOM 2. JUNI 1870.

Der Präsident zeigt an, daß der Secretär durch Unwohlsein verhindert ist der Sitzung beizuwohnen, und macht die folgenden Mittheilungen:

Das k. k. Handelsministerium setzt die Akademie mit Note vom 22. Mai d. J. in Kenntniß, daß der Verwaltungsrath der Dampfschifffahrts-Gesellschaft des österreichischen Lloyd sowie die Administration der Ersten priv. Donau-Dampfschifffahrts-Gesellschaft den zum geographisch-commerciellen Congreß zu Antwerpen Delegirten Fahrpreis-Ermäßigungen zugestanden haben.

Herr Dr. Sam. Müller, praktischer Arzt in Pest und gräflich Batthyány'scher Badearzt in Tatzmansdorf, übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Medicinisch-physiologische Probleme über das menschliche Gehirn und einige sogenannte Seelenthätigkeiten desselben etc.“

Herr Dr. Basslinger hinterlegt ein versiegeltes Schreiben mit dem Ersuchen um Aufbewahrung zur Sicherung seiner Priorität.

Herr Director v. Littrow theilt mit, daß nach einem am 30. Mai vom Herrn Hofrath C. Winnecke in Carlsruhe eingelangten Telegramme, dieser einen neuen teleskopischen Kometen entdeckt hat, und daß dieses Gestirn von Herrn Prof. Weiß an der hiesigen Sternwarte constatirt worden ist.

Wenige Stunden später traf ein Telegramm vom Herrn Tempel in Marseille über die von ihm gemachte Entdeckung desselben Kometen ein.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. März—April 1870. Berlin; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXVIII, Heft 1. Leipzig & Heidelberg, 1870; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1803—1804 (Bd. 76, 4). Altona, 1870; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXX, Nrs. 19—20. Paris, 1870; 4°.

Cosmos. XIXe Année. 3e Série. Tome VI, Nrs. 21e—22e Paris, 1870; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. V. Band Nr. 10. Wien, 1870; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen & Mittheilungen. XXXI Jahrg. Nr. 21—22. Wien, 1870; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXIII, Heft 3. Speyer, 1870; 8°.

Landbote, Der steirische. 3. Jahrg., Nr. 11. Graz, 1870; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1870, Nr. 18. Wien; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 16. Bd., 1870, Heft. 5. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique. Tome XIIe, Année 1870. 322e Livraison. Paris; 4°.

Nature. Nrs. 29—30. Vol. II. London, 1870; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. V, Nr. 2. Torino, 1870; 4°.

Revue des cours scientifiques et littéraires de la France et de l'étranger. VIIe Année, Nrs. 25—26. Paris & Bruxelles, 1870; 4°.

Scientific Opinion. Part. XIX, Vol. III. London, 1870; 4°.

Société Linnéenne de Bordeaux: Actes. Tom. XXIV. (3e Serie: Tome IV.), 5e—6e Livraisons. Paris & Bordeaux, 1868 & 1870; 8°.

— Médico-chirurgicale des hôpitaux et hospices de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. Tome IV. 1er fascicule, 1869. Paris & Bordeaux, 1869; 8°.

— géologique de France: Bulletin. 2e Série Tome XXVI. 1869, Nrs. 5—6. Paris; 8°.

Société entomologique de France: Annales. 4e Série, Tome IXe. Paris, 1869; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftl. Veterinärkunde. XXXIII. Band, 1. Heft. (Jahrgang 1870. I.) Wien; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 26—27. Wien, 1870; 4°.

Über die Wirkung der *Digitalis* und *Tct. Veratri viridis* auf die Temperaturverhältnisse bei der croupösen Pneumonie.

Von Dr. L. v. Schrötter,

Docent an der Wiener Universität, und Vorstand der Klinik für Laryngoscopie.

(Mit 5 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. März 1870.)

Im Anschlusse an die im LVIII. Bande der Sitzb. d. k. Akademie d. Wissenschaften 1868 veröffentlichte Arbeit „Über die Temperaturverhältnisse bei der croupösen Pneumonie" folgt hier der 1. Theil der II. Abtheilung über die Einwirkung verschiedener Medicamente auf den Fieberverlauf, und zwar hier der *Digitalis* und der *Tct. Veratri viridis*.

Die Art der Beobachtung war dieselbe wie bei den indifferent behandelten Fällen, nur wurde hier noch sehr häufig eine Messung mehr des Nachts, und regelmäßig eine solche dann vorgenommen, wenn unter dem Gebrauche der *Tct. Veratri* Erbrechen eingetreten war.

Es wurden bei ersterer 22 und bei letzterer 20 Fälle in Betracht genommen; es ist dies allerdings eine relativ geringe Anzahl, allein bei dem gegebenen Materiale wäre die Vollendung dieser Arbeit über Gebühr hinausgezogen worden und andererseits haben wir an den 77 so kritisch beurtheilten indifferent behandelten Fällen einen immerhin (was wir ja auch damit beabsichtigt hatten) berücksichtigenswerthen Maaßstab.

Auch hier habe ich mich bemüht die größte Kürze in der Schilderung durchzuführen, nur ist es mehrmals nothwendig geworden kurze Wiederholungen bei Berufung auf die erste Abhandlung vorzunehmen, da nicht vorauszusetzen ist, daß jeder Leser beide Arbeiten zur Hand hat.

A. Digitalis.

Die 22 hieher gehörigen Fälle vertheilen sich in Bezug auf den Tag des Eintritts wie folgt:

Tag	Fälle
1.	3
2.	6
3.	5
4.	3
5.	3
8.	2
	22.

Es kamen also die Fälle in der größeren Anzahl in einer ziemlich frühen Zeit zur Beobachtung.

In Bezug auf die drei Stadien der Erkrankung zeigt sich, daß im Anstiege 1 Fall, im Höhestadium 16, im Abfalle 6 Fälle vorkamen.

Vom Anstiege.

Leider kam bloß 1 Fall (Boudny) noch im Anstiege zur Beobachtung, so daß der Versuch nicht in maaßgebender Weise gemacht werden konnte, welchen Einfluß die *Digitalis*, die alsogleich nach dem Eintritte des Kranken in die Anstalt verabreicht wurde, auf eine etwaige Coupirung der Fiebersymptome nehmen würde.

Der Anstieg ging in exquisiter Weise vom Morgen des dritten bis zum Abende des vierten Tages allmählig vor sich, von 38·4—40·1. Die Tagesschwankungen waren dabei abnorm. Der Abfall war bei diesem Falle ebenfalls ein allmäliger von einem Höhestadium mit nur einmal erreichter höchster Höhe.

Hingegen haben wir 3 Fälle, die am ersten Krankheitstage in Beobachtung kamen, sich aber bereits im Höhestadium befinden.

Das Höhestadium.

Bei den 14 in Betracht gekommenen Fällen läßt sich die Form mit einer Spitze in 6 Fällen berücksichtigen. Bei Fall Pokorny und Pretsch ist allerdings die Möglichkeit eines relativ längere Zeit andauernden vorhergegangenen Höhestadiums denkbar, aber ebenso kann auch ein mehr minder rascher Anstieg der Temperatur vorhergegangen sein; es läßt sich dies aber nicht weiter bestimmen, weil

der frühere Verlauf der Erkrankung nicht vorliegt. Die höchste Temperatur war erreicht bei ersterem am Mittag des 3. bei letzterem am Mittag des 5. Tages mit Temperaturen von 40·6 und 40·4. Die Fälle Boudny, Vogel, Mücke lassen die Annahme einer Spitze, da der frühere Krankheitsgang in hinreichender Weise vorliegt als richtiger zu. Bei Zoller endlich muß offenbar mit Berücksichtigung des frühzeitigen Eintritts eine Spitze angenommen werden; die Tageszeiten waren folgende:

Mittag,	Abend,	Nacht.
Vogel	Boudny Mücke	Zoller

Die Tage:

Tag	1	2	3	4
Fall	Zoller	Mücke	Vogel	Boudny

Die folgende Tabelle gibt die Übersicht über jene Fälle, bei denen die Temperatur durch längere Zeit auf einer gewissen Höhe verweilte:

Anzahl der Tage des Höhestadiums	2	3	4	78
Krankheitstag und Fälle	Trumm 3—4 T. Tamanschek 4—5 T. Hauser 2—3 T. Stangl 2—3 T.	Merkel 1—3 T. Leiner 3—5 T. Haentschel 3—5 T. Mryzina 2—4 T. Libal 5—7 T.	Wotke 1—4 T.	Wrana 2—80 T.
	4	5	1	1

Die Dauer des Höhestadiums beträgt somit am häufigsten drei Tage. Es ist dies dieselbe Zahl, wie wir sie in Tafel 7 der indifferenten Therapie getroffen haben.

Auch in Bezug auf die Form der Tagesschwankung ist die Übereinstimmung vorhanden, daß die normale die häufigste ist.

Ein Gleichbleiben der Temperatur während mehrerer Messungszeiten findet hier gar nicht statt, ein Ansteigen der Temperatur den ganzen Tag hindurch nur in dem Falle Merkel (zweiten Tag), vielleicht am ersten Tage vom Falle Libal, und ungemein häufig, namentlich gegen das Ende der Erkrankung hin, in dem merkwürdigen Falle Wrana.

Hier ist ein Unterschied gegen die Fälle der ersten Reihe zu beobachten, es ist aber zu berücksichtigen, daß hier die Zahl der Fälle doch nur eine geringe ist.

Deutlich ausgesprochene Intermissionen kommen nur im Falle Wotke (zweiten Tag) und im Falle Merkel (dritten Tag) vor, auch sind die größeren Tagesschwankungen bis zu 1° die häufigsten.

Ganz merkwürdig ist in Bezug auf die hieher gehörigen Thatsachen Fall Wrana.

Wir finden nämlich hier Tagesschwankungen von 1·5° (welche übrigens nur einmal vorkömmt) bis zu 4°; wie wir aber noch sehen werden erreicht dieses abnorme Verhalten in demselben Falle bei indifferenter, bei *Veratrin-*, und bei Chininbehandlung noch größere Schwankungen.

Eine Zunahme der Intermissionen gegen das Ende des Höhestadiums stellt sich bei dieser Therapie nicht heraus, wenn es auch in einzelnen Fällen (wie bei Wotke) wahrzunehmen ist; im F. Merkel tritt sie als Tendenz zum Abfalle auf.

Auch wenn wir im Sinne Thomas's rechnen, stellt sich eine solche Zunahme der Re- und Intermissionen gegen das Ende des Höhestadiums nicht heraus.

Die durchschnittlich erreichte höchste Höhe der Temperatur war bei den Fällen mit einer Spitze 40·3, die niederste 39·8, doch war hier höchst wahrscheinlich trotz des ersten Krankheitstages, die Temperatur vor der ersten Messung höher. Bei den Fällen mit längerem Höhestadium ist der durchschnittliche Werth für die höchsten Höhen 40·5, der niederste 40°, wir treffen also im Allgemeinen dieselben Zahlenverhältnisse wie bei der indifferenten Therapie an; ebenso ist auch hier das Auftreten einer *perturbatio crit.* nicht nachzuweisen.

Die Intermissionen beginnen Mittags, bei den indifferent behandelten Fällen Abends; die Dauer derselben betrug zweimal 19 und einmal 32 Stunden.

In Bezug auf die Größe der Intermission läßt sich bei der geringen Anzahl von Fällen nichts Charakteristisches entnehmen.

Der Abfall.

Es finden sich 11 Fälle mit raschem, 9 Fälle mit allmähligem Abfall, sie halten sich also eigentlich das Gleichgewicht, eine auffallende Erscheinung wenn wir berücksichtigen, daß bei den indifferent behandelten Fällen dasselbe Verhältniß stattfindet, während hier doch der rasche Abfall überwiegen sollte.

a) Bei dem „**raschen Abfalle**“ findet derselbe in Bezug auf den Tag in folgender Weise statt:

Krankheitstag	3	4	5	7
Anzahl der Fälle	4	2	4	1

Am häufigsten hat also der Abfall, wenn man aus der geringen Anzahl von Fällen schließen darf, wieder an ungeraden Tagen (3. und 5.) stattgefunden, so wie bei der indifferenten Behandlung.

In Bezug auf die Tageszeit findet selber auch hier wieder in überwiegender Weise Abends statt; wenn wir aber nach den Exacerbationen von Thomas rechnen, so ist der Abfallstag um ein geringes häufiger ein gerader (4.) und der Abfall beginnt am Mittag.

Fälle, wo der Abfall nicht ganz bis zur Norm geht, kommen hier nicht vor, außer bei Fall Wotke, wo ein Abfall von dem Ende des Höhestadiums 40·2 bis 38·4 stattfindet (mit Einschluß der nur 0·1° betragenden Exacerbation nach Thomas), es tritt aber hierauf nach einem kurzen Wiederanstiege um 0·2° ein continuirlicher Abfall weit unter die Norm (36·3) ein, weßhalb überhaupt der ganze Fall hieher und nicht zum allmähligen Abfalle gerechnet wurde. Der Abfall zur Norm findet in fünf Fällen statt; die größte Differenz beträgt 3°, die kürzeste Abfallszeit 15 Stunden, die längste Abfallszeit 24 Stunden, die kürzeste Differenz 1·8° und der Abfall tritt am häufigsten Abends ein.

Der Abfall unter die Norm tritt ebenfalls in fünf Fällen ein, also seltener als bei den indifferent behandelten Fällen, was wohl nur Zufall sein dürfte. Die größte Differenz beträgt 4·2° (bei den indifferent behandelten nur 4·1°), die kleinste Stundenanzahl 19, die

größte 43, die kleinste Differenz 1·7°. Die Tageszeiten des Abfalls halten sich das Gleichgewicht.

Auch hier ist nach diesem Abfalle bereits die niederste Temperatur erreicht, oder es findet nach einem kurzen Wiederanstiege ein oft sehr bedeutendes weiteres Sinken der Temperatur, und zwar wieder in oft beträchtlichem Grade und allmählig statt. Die niederste Temperatur war 35·5° (Zoller), die größte Differenz zwischen niederster Temperatur und höchster Höhe des Höhestadiums betrug 4·6° (Merkel und Mryzina), am spätesten wurde die niederste Temperatur erreicht am 11. Tage, während für die indifferent behandelten diese erst am 14. oder 16. Tage eintrat.

b) **Langsamer Abfall.**

In Bezug auf die Art der Abnahme stellt sich hier kein entschiedenes Überwiegen des rascheren Abnehmens der Tagesmaxima über die Tagesminima heraus. Auch hier sind die Fälle mit Intermissionen seltener als solche ohne dieselben. Bei den beiden Fällen Tamanschek und Boudny zeigt sich jene Eigenthümlichkeit, die wir schon bei den Fällen der ersten Reihe im raschen Abfalle besprochen haben. Die Temperatur bleibt nämlich, nachdem sie von einem hohen Höhestadium rasch abgefallen, nun durch mehrere Tage (Tamanschek 7. 8. 9. 10, Boudny 6. 7. 8. 9) auf einem „Subhöhestadium", von welchem aus erst in beiden Fällen ein schön ausgeprägter allmähliger Abfall stattfindet.

Es finden sich nur Fälle, wo der Abfall gleich unter die Norm stattfindet; wir haben aber bei der indifferenten Therapie gesehen, daß dort ebenfalls diese Art der Entfieberung weitaus über die nicht ganz zur Norm und bis zur Norm überwiegt. Die niederste Temperatur betrug 35·4°, die größte Differenz 4·7°, die kürzeste Abfallszeit vier Tage (Scheinost), die längste Abfallszeit 13 Tage (Tamanschek), bei indifferenter Therapie nur zwölf Tage.

Ein ganz merkwürdiges Verhältniß zwischen diesen und den indifferent behandelten Fällen zeigt sich darin, daß bei beiden sich vollständigste Übereinstimmung in Bezug auf die Differenz der Abfallsschwankung an den kritischen und nicht kritischen Tagen herausstellt, es beträgt nämlich sowohl hier wie dort die am häufigsten vorkommende Differenz an den kritischen, so wie an den nicht kritischen Tagen 0·5—1·0 und die nächst häufigere 1·0—1·5°.

Die Fälle mit Intermissionen sind in zu geringer Menge vorhanden, als daß sich bestimmte Schlüsse ziehen ließen. Die größte Abfallsdifferenz an einem Tage, sowohl an solchen mit als ohne Intermission betrug 2·2°; sowohl hier als bei den indifferent behandelten Fällen mit und ohne Intermission wurden die Tagesschwankungen gegen das Ende zu kleiner, eben so treten die Intermissionen am Beginne des Abfalls, und zwar hier nur an den geraden Tagen ein, während bei den indifferent behandelten Fällen ein Übergewicht des Eintretens an den ungeraden Tagen vorhanden war. Im Höhestadium waren ebenfalls die Zahlen zu gering um einen Vergleich zu erlauben; die Dauer der Intermission schwankte zwischen 19 und 48 Stunden; die kürzeste ist also auch hier mit der bei der indifferenten Therapie gleich.

Wenn wir nun den raschen mit dem langsamen Abfalle vergleichen, so ergibt sich, daß bei dem letzteren die niederste Temperatur 35·4°, bei ersterem 35·5° beträgt, bei indifferenter Therapie aber die Zahlen 35·2° gegen 34·3° stehen; die größte Abfallsdifferenz bei ersterem 4·7°, bei letzterem 4·6°, bei indifferenter Therapie 4·4° gegen 4·7° ist; die kürzeste Abfallszeit betrug vier Tage und 15 Stunden, während bei den indifferent behandelten sich das Verhältniß von zwei Tagen gegen 39 Stunden stellt. Die längste Abfallszeit ist bei dem langsamen Abfalle dreizehn Tage, beim raschen 24 Stunden, bei der indifferenten Therapie zwölf Tage und 73 Stunden.

Vom Wiederanstiege.

Hier gilt vollständig das auf Seite 36 der ersten Abhandlung gesagte, indem die Fälle dieselben Betrachtungen zulassen;

ad *a)* (sinken der Temperatur in nur ganz vorübergehender Weise unter die Norm) kömmt hier nur bei einem Falle Gruber vor;

ad *b)* beim raschen und langsamen Abfalle bleibt die Temperatur 5—6 Tage unter der Norm, wie bei der indifferenten Therapie.

Die Größe der Tagesschwankung beträgt am häufigsten 0·2—0·3, nur einmal 1·1 (Fall Mryzina bis 35·6); wenn wir aber den continuirlichen Abfall durch längere Zeit in Betracht nehmen, so finden wir 1·5° im Fall Boudny (bis 35·4).

Beim raschen Abfalle überwiegt in der Form der Tagesschwankung die normale beträchtlich über die abnorme, bei dem langsamen

ist das Verhältniß gleich; hierin liegt noch ein Unterschied zwischen den indifferent behandelten Fällen, der aber wohl nur ein zufälliger sein dürfte;

ad *c)* ein sofortiges Zurückkehren der Temperatur zur Norm, nachdem sie von der Fieberhöhe abgefallen ist, scheint auch hier, wie überhaupt, selten zu sein, denn es wird nur in zwei Fällen beobachtet.

Wie lange der vollständige Ausgleich der Fiebererregung dauert, wurde auch hier nicht näher ermittelt, und jedenfalls sind die Zahlenverhältnisse von den bei der indifferenten Therapie angegebenen durchaus nicht namhaft verschieden.

Ein solenner Wiederanstieg der Temperatur kommt in drei Fällen vor, die Ursache hievon ist nicht mit Sicherheit bestimmbar; allerdings sehen wir im Falle Scheinost das *pleur. Exsudat* anwachsen, es ist dies jedoch erst am dritten Tage der erneuerten Temperatursteigerung nachzuweisen.

Für die so auffallende Temperatursteigerung im Falle Stangl ist noch weniger eine Ursache zu finden, das Infiltrat nimmt dabei sogar ab.

Das Wiederansteigen der Temperatur findet einmal am 6., einmal am 12., einmal am 18. Tage statt, mit höchsten Temperaturswerthen von 37·9, 38·2, 38·9. Die Form des Ansteigens ist häufiger die raschere.

Verhältniss zwischen Temperatur, Puls und Respiration.

In den wenigen Fällen des Anstieges stellt sich hier eine Conformität in den drei Fiebersymptomen in ziemlich hohem Grade heraus; es ist aber offenbar nur ein Zufall und nicht auf Rechnung der Medication zu bringen, da ja die *Digitalis* zu dieser Zeit noch kaum ihre Wirkung entfaltet haben kann.

Im Höhestadium findet sich beinahe vollkommene Conformität, im Abfalle überwiegt die Nichtconformität die Conformität; während des Verbleibens der Temperatur unter und an der Norm und im Wiederanstiege überwiegt die Nichtconformität in den Tagesschwankungen um ein Bedeutendes.

Wenn wir den Vergleich mit den indifferent behandelten Fällen anstellen, so zeigt sich eine Verschiedenheit im Anstiege, ebenso im Höhestadium; im Abfalle Übereinstimmung und ebenso während des

Verbleibens der Temperatur unter und an der Norm und im Wiederanstiege.

Wenn wir aber den ganzen Krankheitsverlauf berücksichtigen, so stellt sich ebenso wie bei den indifferent behandelten Fällen eine große Conformität in den drei Fiebersymptomen heraus.

Obige Verschiedenheit in der Tagesschwankung rührt eigentlich nur davon her, daß die Curven beider gegen einander so zu sagen verschoben sind, indem zu einer bestimmten Messungs- oder Tageszeit, z. B. bereits Abfall der Temperatur vorhanden ist, während dieser bei dem Pulse erst zur nächsten Messungszeit eintritt.

Eine der interessantesten Verschiedenheiten in Beziehung auf Puls und Temperatur zeigen Boudny und Tamanschek. Während in Bezug auf die Temperaturverhältnisse in beiden Fällen eine auffallende Gleichheit stattfindet, sehen wir, daß, während bei Tamanschek die Pulsfrequenz bei der subnormalen Temperatur nieder ist, bei Boudny ein bedeutender Anstieg derselben stattfindet; dabei findet allerdings ein Anwachsen des Infiltrates statt und es ist merkwürdig, daß dadurch gerade nur der Puls, nicht aber die Temperatur beeinflußt wird. Es zeigt sich hiebei auch die Unwirksamkeit der *Digitalis*-Therapie, denn diese vermag eben im Falle Boudny diese bedeutende Exacerbation in der Pulsfrequenz durchaus nicht aufzuhalten.

In prognostischer Beziehung zeigt sich, daß sowohl für die Exacerbationen als für den Abfall der Zeitpunkt in Puls- und Temperaturfrequenz derselbe ist, nächst häufig ist der Fall, wo die Temperatur früher abfällt als der Puls, und nur selten findet das Umgekehrte statt. Es zeigt sich also genau dasselbe Verhältniß wie bei der indifferenten Therapie.

Wenn wir aber den Krankheitsverlauf im Ganzen betrachten, so zeigt sich doch entschieden, daß der Abfall der Pulscurve in einer großen Anzahl von Fällen früher eintritt und ein beträchtlicherer ist, als dies von den Temperaturswerthen gilt. Ebenso zeigt sich in einzelnen Fällen (Zoller, Stangl), daß bei einem Wiederanstiege der Temperatur der Puls beinahe vollkommen unbeirrt bleibt, ein Umstand, auf den gewiß ein großes Gewicht zu legen ist. In dem Falle Mücke ist sogar der Abfall der Pulsfrequenz ein sehr rascher, während der der Temperatur ein sehr allmäliger ist; es kommt jedoch dieses Verhältniß durchaus nicht in beträchtlicher Anzahl vor.

Es zeigt sich aber ferner, daß der Puls längere Zeit unter der Norm bleibt, als dies von der Temperatur gilt, und ebenso unmittelbar vom Abfalle her das Sinken des Pulses ein beträchtlicheres ist als das der Temperatur; eine merkwürdige Ausnahme bildet der Fall Boudny, bei dem die Pulsfrequenz sehr hohe Werthe (156) erreicht, während die Temperatur schon nieder ist (36·8), und sich noch immer auf bedeutender Höhe erhält (88—100), während Temperatur 36·4. Dieser Fall gibt wieder eine Bestätigung der Ansicht Wunderlichs, indem es sich um eine Complication der Erkrankung mit *Vitium cordis* handelt.

Über das Verhältniss des Infiltrates zur Temperatur.

In Bezug des Anstieges stellt sich, wie vorauszusetzen gewesen, dasselbe Verhältniß heraus, wie bei den indifferent behandelten Fällen.

Im Höhestadium findet sich zum Unterschiede hievon, daß in einer größeren Anzahl von Fällen während des Ansteigens der Temperatur auch eine Zunahme des Infiltrates eintritt; nächst häufig ist der Fall, wo mit dem Abfalle der Temperatur eine Zunahme des Infiltrates einhergeht; die Anschauungen über das Wachsen des Infiltrates im Vergleich mit der Temperatur, wie sie auf S. 47 des ersten Aufsatzes gegeben wurden, werden also eigentlich dadurch nicht umgestoßen.

Im Abfalle zeigt sich merkwürdigerweise genau dasselbe, wie auf S. 47 bei indifferenter Behandlung angegeben ist.

Wenn wir den dritten Punkt l. c. S. 48 berücksichtigen, so finden wir auch hier wieder dasselbe, nämlich wir finden in überwiegender Anzahl die Höhe der Temperatur im selben Verhältnisse zur Ausbreitung des Infiltrates, wie dies bei der indifferenten Behandlung der Fall war.

Lappen.

Nach dem Sitze der Erkrankung vertheilen sich die Fälle folgendermassen:

Rechter Oberlappen	2	Linker Unterlappen	2
Rechter Unterlappen	1	Linker Ober- u. Unterlappen	3
Rechter Ober-, Mittel- und Unterlappen	8		5
	11		

Beiderseitige Pneumonie 6.

Es gilt hier wieder genau das l. c. S. 49 Gesagte. Es sind die Zahlenwerthe zu gering, um ähnliche Betrachtungen wie bei der indifferenten Therapie zu gestatten.

Alter.

Nebenstehende Tabelle zeigt die Übersicht.

Alter	Fälle
10—15 Jahre	1
15—20 „	7
20—25 „	6
25—30 „	4
40—45 „	2
45—50 „	2.

Bei der geringen Anzahl von Fällen zersplittern sich selbe zu sehr, als daß endgiltige Betrachtungen angestellt werden könnten.

Complicationen.

Es zeigt sich, daß wieder in überwiegender Anzahl Pleuropneumonien zur Beobachtung gekommen sind, nämlich unter 22 Fällen 15. In einem Falle hängt die Ausbildung des pleuritischen Exsudates mit dem Wiederanstiege der Temperatur zusammen; unter den bilateralen Pneumonien sind 3 mit nur einseitiger Pleuritis und nur 1 Fall mit beiderseitiger Pleuropneumonie.

In Bezug auf den Fieberverlauf gilt vollständig das bei den indifferent behandelten Fällen Gesagte. In Bezug auf die Entfieberung halten sich der rasche und der allmählige Abfall das Gleichgewicht. Bei der beiderseitigen Pleuropneumonie ist allmäliger Abfall vorhanden. Auch über den Einfluß auf die Respirationsfrequenz gilt das in dem ersten Aufsatze Gesagte.

Herpes kommt 5mal vor; in zwei Fällen tritt derselbe erst im weiteren Verlaufe der Erkrankung ein; einmal am fünften Tage eines allmäligen (Mücke), nur einmal (Boudny) am neunten Tage eines eben solchen Abfalles, jedoch mit ausgesprochener neuer Fieberexacerbation; da aber die Erkrankung außerdem eine schwere ist, so ist die Zunahme des Fiebers, namentlich mit Berücksichtigung des anderen Falles, nicht dieser Complication zuzuschreiben.

In den 2 Fällen von *Icterus* (Scheinost, Boudny) zeigt sich kein Einfluß auf den Gang der Erkrankung. Beide Fälle sind auch anderweitig complicirt.

Der eine Fall von *Morbus Brightii* (Boudny) ist, wie bereits erwähnt, ein sehr schwerer, auch hier ist die Pulsfrequenz eine sehr hohe, wobei jedoch auf das *vitium cordis* nicht zu vergessen ist. Dieses kam überhaupt 2mal vor. Boudny ist bereits besprochen; in dem anderen Falle (Gruber) ist von allen jenen Eigenthümlichkeiten, wie sie bei dem früheren Kranken besprochen wurden, nichts zu beobachten.

Intestinalkatarrh 1. (Libal) ohne merklichen Einfluß auf den Gang der Erkrankung.

Der einmal beobachtete acute Gelenksrheumatismus (Tamanschek) tritt erst in allmähligem Abfalle auf, ohne diesen weiterhin weder in Bezug auf Temperatur noch Pulsfrequenz zu stören.

Tod.

Im Falle Wrana wurden die Messungen nicht ganz bis zum Tod, im Falle Haentschel bis zu diesem fortgesetzt. Im ersteren Falle treten unter den bisher betrachteten Fällen in der auffallendsten Weise die enormen Fieberintermissionen hervor, welche noch weiterhin eingehend gewürdigt werden sollen. Im ersten Falle ist die Conformität zwischen Temperatur und Puls nur eine geringe, im letzteren bis zum tödtlichen Ende hin eine beinahe vollkommene. Bei Fall Wrana scheint die Temperatur gegen das Ende hin abgenommen zu haben, — die Zahlenwerthe sind merkwürdig geringe, Temperatur 32·2, während Puls und Respiration hoch sind (156,42). Im Falle Haentschel fällt die Temperatur ebenfalls ab auf 38·8, während die Pulsfrequenz bedeutend angestiegen (132) und die Respiration von einer ungewöhnlichen Höhe (60) auf 30 herabgegangen ist. Beide Individuen sind jung. Die Form der Tagesschwankung ist am Todestage im Falle Haentschel abnorm.

Therapie.

Wir sind zuerst einen Vergleich des ganzen Fieberverlaufes bei der *Digitalis*-Behandlung mit dem bei indifferenter Therapie eingegangen. Bevor wir nun genauer auf die etwaige *Digitalis*-Wirkung eingehen, wollen wir von der Verabreichungsweise derselben spre-

chen. Dieselbe wurde alsogleich nach Eintritt des Kranken in die Beobachtung in Form des Infusum aus 20 Gr. pro die angewandt, und damit so lange fortgefahren, bis entweder ein auffallendes Herabgehen der Temperatur oder des Pulses eingetreten war. Während wir sonst *Digitalis* im Infusum nur bis zu 12 Gr. zu verabfolgen pflegen, wurde hier absichtlich die größere Dosis gewählt, um den therapeutischen Effect besser beurtheilen zu können, noch größere Dosen jedoch aus Furcht vor Intoxication vermieden. In der weitaus größten Anzahl von Fällen wurde gleichzeitig keine andere Therapie angewandt, nur in einzelnen Fällen in vorübergehender Weise ein kalter Umschlag auf die schmerzhafte Thoraxstelle gegeben oder bei starkem Hustenreiz eine geringe Gabe eines Narkoticums verabreicht; daß diese Mittel keinen Einfluß auf den Gang des Fiebers haben konnten, wurde bereits gezeigt. Meist ward die *Digitalis* im Ganzen in einer Dosis von 40—80 Gr. verabfolgt und zwar am häufigsten vom zweiten bis dritten, bis fünften Tag. Allgemeine Intoxicationserscheinungen wurden hier nicht beobachtet, nur im Falle Scheinost finden wir am zweiten Tage, nachdem *Digitalis* ausgesetzt worden war, Brechneigung, und im Falle Stranz am vierten Tage mehrmaliges Erbrechen; es ist kaum anzunehmen, daß diese Erscheinungen mit der Therapie in Zusammenhang stehen.

Wenn wir den Einfluß der Therapie auf den ganzen Krankheitsverlauf betrachten, so müssen wir offenbar eingestehen, daß sich eine auffällige Abänderung desselben durch Wirkung der *Digitalis* nicht herausstellt, denn die Dauer des Höhestadiums, und das wäre wohl ganz gewiß in Bezug auf die Therapie das Wichtigste, ist ganz dieselbe wie bei den indifferent behandelten Fällen, nämlich bei beiden drei Tage. Ebenso müßten wir es als einen entschiedenen Erfolg der Therapie betrachten, wenn wir etwa im Stande wären in einer größeren Anzahl von Fällen den raschen Fieberabfall zu Stande zu bringen. Allein es zeigt sich, daß wir bei der indifferenten Therapie unter 69 Fällen 56½ Pct., hier unter 20 Fällen 55 Pct. mit raschem Abfalle haben, also das Verhältniß völlig gleich ist, namentlich mit Berücksichtigung des Umstandes, daß wir hier nur 20 Fälle in Betracht ziehen. Interessant wäre es, in dieser Richtung eine größere Zahl von Fällen zusammen zu stellen.

Wenn wir nun auf die genaueren Verhältnisse eingehen, so wäre es namentlich von größter Wichtigkeit, jene Fälle in Betracht

zu ziehen, die zu einer möglichst frühen Erkrankungszeit in Beobachtung kamen, und hier haben wir 3 Fälle vom ersten, 6 Fälle vom zweiten Tage, wo alsogleich nach dem Eintritte des Kranken die Medikation eingeleitet wird, die Fälle aber ihr Höhestadium so durchmachen, wie die indifferent behandelten. Es ist allerdings richtig, daß alle diese Fälle ein relativ kurzes Höhestadium haben, allein wir finden auch bei der indifferenten Therapie eine so große Anzahl ganz ähnlicher Fälle, daß wir nicht berechtigt sind, diese anscheinend günstigen Verhältnisse auf Rechnung unserer Therapie zu bringen. Wenn wir z. B. im Falle Zoller sehen, daß von der Nacht des ersten Tages her ein continuirlicher Abfall von beinahe 2° eintritt, so kann dies unmöglich der Therapie zugeschrieben werden, denn einerseits beginnt der Abfall bereits zu einer Zeit, wo eine Wirkung der Therapie noch nicht vorhanden sein kann (einige Stunden nach dem Spitalseintritte) und andererseits kommt es trotz fortgesetzter *Digitalis*-Verabreichung am dritten Tage zu einem neuen Ansteigen der Temperatur um 1 Grad, was also die bereits gegen 60 Gran betragende *Digitalis*-Menge nicht zu verhindern vermochte (der Puls fällt jedoch fortwährend ab), während das Infiltrat gleichzeitig zunimmt.

Ebenso wenig ergibt sich etwa unter der *Digitalis*-Behandlung ein Überwiegen der Fälle, wo sich die Acme der Krankheit zu einer Spitze ausprägt, sondern es kömmt solche geradezu nur in einer geringen Zahl vor; ebenso würde es von Wichtigkeit sein zu ermitteln, ob etwa durch die Verabreichung der *Digitalis* eine Zunahme der Remissionen gegen das Ende des Höhestadiums erzielt werden könnte. Wir haben jedoch gezeigt, daß wir bei *Digitalis* im Durchschnitte dieselben Temperaturswerthe im Höhestadium erreichen wie bei der indifferenten Therapie. So hohe Temperaturen wie in einzelnen Fällen (40·9) der indifferenten Behandlung kommen hier allerdings nicht vor, es ist jedoch die bei weitem geringere Anzahl von Fällen zu berücksichtigen. Auffallend ist die Betrachtung, die Thomas S. 50 seines Aufsatzes anstellt. Es ist doch durchaus nicht zu rechtfertigen, wenn man die indifferent behandelten Fälle betrachtet, ein Sinken der Temperatur am sechsten Tage der seit drei Tagen verabreichten *Digitalis* zuzuschreiben. Ebenso erlaubt auch das Niedrigbleiben der Pulsfrequenz bei wieder ansteigender Temperatur (wie wir dies in derselben Weise im Falle Zoller sehen) durchaus nicht den Schluß, daß

dies mit der *Digitalis* in Zusammenhang zu bringen sei, da wir ganz dasselbe bei der indifferenten Therapie finden.

Gleich auffallend und willkürlich ist, daß Thomas in seinem Fall 30 in dem Abfallen der Temperatur am zehnten Tage, einen halben Tag nach aussetzen der *Digitalis*, als wahrscheinlich eine Wirkung dieser letzteren sehen will (S. 50). Nach unserer Anschauung haben wir vielmehr einen vom siebenten Tage her beginnenden, und sich bis zum zwölften Tage fortsetzenden, allmähligen Temperaturabfall vor uns, der eben der natürliche ist und mit der *Digitalis* gar nichts zu thun hat.

In Bezug auf den Abfall haben wir schon gezeigt, daß sich trotz der *Digitalis* der allmählige und rasche Abfall das Gleichgewicht halten. Auch finden wir, daß in Bezug auf den Tag und die Tageszeit des Abfalles dasselbe Verhältniß ist wie bei der indifferenten Therapie, was auch Thomas bereits hervorgehoben hat. Dasselbe gilt von Ziemssen S. 285, wo das einseitige Sinken des Pulses, während die Temperatur neuerdings beträchtlich ansteigt, im Vergleiche mit demselben Verhalten bei indifferenter Therapie nicht auf Rechnung der *Digitalis* gebracht werden kann (im Ganzen 40 Gr. verbraucht). Sehr bestechend sind die beiden Fälle Merkel und Leiner. Wir sind aber auch hier gewiß nicht berechtigt, den so bedeutenden raschen Abfall in den beiden Fällen als Wirkung der *Digitalis* zu betrachten, denn wir sehen in beiden Fällen am fünften Tage nach 100 und nach 60 Gr. *Digitalis* den Abfall eintreten, ein Ereigniß, das wir ebenso bei indifferenter Therapie beobachten. Im Falle Leiner mag vielleicht das Sinken des Pulses bis auf 36 mit der *Digitalis* in Zusammenhang stehen, allein es ist dies auch nicht einmal sicher, da wir ja in vielen anderen Fällen (Gruber) nach nur 40 Gr. ein Herabgehen des Pulses zwei Tage nach Aussetzen der *Digitalis* auf 40 beobachten; ebenso im Falle Tamanschek am fünfzehnten Tage, nachdem bereits durch sechs Tage die *Digitalis* (deren Menge 100 zu betragen hat) ausgesetzt ist. In ausgezeichneter Weise ist folgendes Factum geeignet die Unwirksamkeit der *Digitalis*-Therapie zu zeigen; es beträgt nämlich die kürzeste Abfallszeit beim langsamen Abfalle hier vier Tage (Scheinost), während dagegen bei indifferenter Therapie (wenn wir einen Fall von sehr frühzeitiger Beobachtung in Betracht nehmen) derselbe nur 2—3 Tage beträgt, und Fälle bis zu vier Tagen gar nicht selten sind

In Bezug auf die Tiefe des Abfalls zeigt sich, daß ganz entschi den das Abfallen unter die Norm das Häufigste ist, also gerade wie bei der indifferenten Therapie, ja noch mehr, bei dieser ergeb sich die aus der folgenden Tabelle ersichtlichen Verhältnisse:

Indifferente Therapie:

Rascher Abfall				Allmähliger Abfall			
Niederste Temperatur	Größte Abfalls-differenz	Abfallszeit		Niederste Temperatur	Größte Abfalls-differenz	Abfallszeit	
		kürzeste	längste			kürzeste	längste
34·3°	4·7°	39 St.	73 St.	35·2°	4·4°	2 Tg.	12 Tg.

Digitalis-Therapie:

Rascher Abfall				Allmähliger Abfall			
Niederste Temperatur	Größte Abfalls-differenz	Abfallszeit		Niederste Temperatur	Größte Abfalls-differenz	Abfallszeit	
		kürzeste	längste			kürzeste	längste
35·5°	4·6°	15 St.	24 St.	35·4°	4·7°	4 Tg.	13 Tg.

Somit folgt, daß sich in allen Punkten das Verhältniß bei der indifferenten Therapie günstiger gestaltet als bei *Digitalis*; nur in Bezug der Abfallszeit ist bei letzterer bei dem raschen Abfalle selbe bedeutend kürzer, dafür findet bei dem allmähligen Abfalle das Entgegengesetzte statt. Allerdings wäre hier eine größere Anzahl von Fällen zum Vergleiche wünschenswerth.

In Bezug auf den Puls hat sich, wie besprochen, freilich herausgestellt, daß dessen Frequenz früher abnimmt als die Temperatur, und ebenso bedeutender ist als das Sinken der letzteren; dies ist aber in Bezug auf den Puls der einzige Unterschied zwischen *Digitalis* und indifferenter Therapie.

Wir können somit mit aller Bestimmtheit den Satz aufstellen, daß der *Digitalis*, und selbst in großen Dosen verabfolgt, kein Einfluß auf die Temperatursverhältnisse und nur ein sehr geringer auf die Pulsfrequenz bei der croupösen Pneumonie vindicirt werden kann.

B. Tct. Veratri viridis.

Es kommen hier 20 Fälle zur Beobachtung, welche nur mit *Tct. Veratri vir.* in der später näher zu erwähnenden Weise behandelt wurden. Außerdem werden später noch einige Fälle, bei denen nebst anderem auch dieses Medikament angewandt wurde, in Betracht gezogen werden.

Der Beginn der Erkrankung ließ sich in 16 Fällen mit Schüttelfrost genau angeben, nur in 4 Fällen bestand derselbe in Brustsymptomen (in Stechen und Husten).

In Bezug auf den Tag der Erkrankung ergibt sich folgende Übersicht.

Tag	Fälle
1	2
2	7
3	6
4	2
5	3
	20

Auch hier kömmt die weitaus größere Anzahl von Fällen frühzeitig in Beobachtung.

In Bezug auf das Stadium der Erkrankung vertheilen sie sich:

1 Fall im Anstiege
16 Fälle im Höhestadium
3 „ im Abfalle.

Das Ansteigen.

Das Ansteigen erfolgt in dem einen Falle (Golda) vom Morgen bis zum Abende des dritten Tages (von 38·0 auf 39·5), also in normaler und wahrscheinlich überhaupt in allmähliger Weise, bis zu einem Höhestadium mit einer Spitze, worauf ebenfalls wieder ein allmähliger Abfall eintritt; es ist diese vereinzelte Beobachtung vorläufig in keiner Weise verwerthbar.

Das Höhestadium.

Es ist in 16 von 17 hieher gehörigen Fällen mehr minder protrahirt, und nur in einem Falle (Golda) durch eine einmal erreichte höchste Temperatur (40°) ausgedrückt, welche am Morgen des vierten Krankheitstages zu beobachten war bei einer auch in Bezug auf die übrigen Symptome rasch in Heilung übergegangenen Erkrankung.

Die Dauer des Höhestadiums bei den übrigen Fällen verthe sich:

Anzahl der Tage des Höhestadiums	1	2	3	4	8	10	12
Krankheitstage und Fälle	Rotter 5 T.	Mazurek 1—2 T. Vetterer 3—4 T. Klepac 3—4 T. Simon 5—6 T. Reichard 5—7 T.	Wotaczek 2—4 T. Smilofsky 3—5 T. Ciz 2—4 Schmazka 3—5 T.	Mayer 2—5 T. Balzarek 3—6 T. Topfner 2—5 T.	Rauch 1—8 T.	Langhammer 2—11 T.	Wosmik 4—16 T
	1	5	4	3	1	1	1

Sie beträgt somit am häufigsten zwei Tage.

In der Form überwiegt ganz entschieden die abnorme über die normale Tagesschwankung, was auch damit in Übereinstimmung steht daß wir hier auffallend viele Fälle (15) mit bedeutenden Intermissionen vor uns haben, die größten bei dem bereits bei der *Digitalis*-Behandlung erwähnten Falle Wrana, der durch drei Tage mit *Tct. Ver. vir.* behandelt wurde, wobei Tagesschwankungen von 5·0—7·2° vorkamen (39·7—32·5°).

In der Regel sind überhaupt die höheren Tagesschwankungen die häufigeren, aber so verschieden, daß sich aus denselben mit Rücksicht der kleinen Anzahl von Fällen kein bestimmtes Verhältniß feststellen läßt, was übrigens mit der später zu besprechenden Wirkungsweise des Medikamentes in Übereinstimmung steht.

Ein Gleichbleiben der Temperatur, selbst zu zwei unmittelbar auf einander folgenden Messungszeiten, ist sehr selten.

Ein Ansteigen derselben den ganzen Tag hindurch findet nur zweimal (Smilofsky, Wosmik) statt.

Was die Intermissionen betrifft, erreichen dieselben ganz bedeutende Höhen von 1·3—5·7° (Balzarek), sehr häufig 1·5 (Wrana).

Eine entschiedene Zunahme der Intermissionen gegen das Ende des Höhestadiums zu ist auch hier nicht zu bemerken.

Die Intermission tritt am häufigsten am dritten Tage und ziemlich gleich häufig Morgens und Abends ein; die Dauer derselben beträgt am häufigsten 19 Stunden, sie steigt aber auch bis auf 52 Stunden.

Die durchschnittlich erreichte höchste Höhe bei den Fällen mit einer Spitze war 40·3°, bei jenen mit protrahirtem Höhestadium zwischen 40·1°—40·4°, einmal wurde aber eine Temperatur von 41·1° (Rauch) und einmal von 41·0° (Mayer) erreicht. Die niederste Temperatur betrug 40·0°.

Wir treffen also auch hier dieselben Zahlenverhältnisse wie bei den indifferent behandelten Fällen, ja wir sehen sogar trotz bereits verbrauchter 12 Tropfen *Tct. Ver.* die Temperatur auf 40·1° und trotz 19 Tropfen auf 41·0° steigen.

Ein deutliches Auftreten einer *perturbatio critica* ist nicht nachzuweisen.

Vom Abfalle.

Wir finden 8 Fälle mit raschem, 12 Fälle mit allmähligem Abfalle, was wieder nicht zu Gunsten dieser Therapie spricht.

a) Rascher Abfall.

Nach den Tagen tritt der Abfall nach folgender Übersicht ein:

Tag	4	5	6	7	16
Fälle	2	1	2	2	1

Es scheinen also die geraden Tage über die ungeraden zu überwiegen, und wenn man nach Thomas rechnet, findet dies in noch größerem Maaße statt. Die Tageszeit ist nach uns und nach Thomas am häufigsten der Mittag.

Nur zwei Fälle fallen vom Höhestadium nicht unmittelbar bis zur Norm, jedoch schon nach ganz kurzer Schwankung unter dieselbe ab, nur 2 Fälle bis zur Norm (größte und kleinste Differenz 3·0°, längste Abfallszeit 44 Stunden, kürzeste 28 Stunden), endlich vier Fälle unter die Norm (größte Differenz 4·1°, kleinste 2·5°, größte Abfallszeit 43 Stunden, kürzeste 11 Stunden, erreichte niederste Temperatur 35·5° (Balzarek), wo jedoch schon bei einer früheren

Intermission eine Temperatur von 35·1° vorhanden war). Die größte Differenz zwischen höchster Höhe des Höhestadiums und im Abfalle erreichter niederster Temperatur ist 5·1°, wo sie aber bei einer früheren Intermission (Balzarek) 5·7° betragen hatte. Am häufigsten wurde die niederste Temperatur am 14. Tage erreicht.

b) **Langsamer Abfall.**

Hier nehmen die Tagesminima häufiger ab als die Tagesmaxima. Fälle mit Intermissionen halten denen ohne solche völlig das Gleichgewicht.

Auch hier ließe sich in einzelnen Fällen die Annahme eines Subhöhestadiums rechtfertigen.

Die Temperatur fällt in der größeren Anzahl von Fällen entschieden bis unter die Norm ab; in einem Falle verhinderte der Tod den weitern Abfall unter 38·6° hinab; in anderen Fällen wurde nicht hinreichend lange fortgemessen.

Die größte Abfallsdifferenz beträgt in dem Falle Golda „nicht ganz bis zur Norm" 3·0°, die Abfallszeit 25 Stunden. In den Fällen „bis zur Norm" beträgt erstere 3·3°, die kleinste Abfallsdifferenz 2·3°, die längste Abfallszeit 192, die kürzeste 68 Stunden; in jenen endlich „unter die Norm" die erste 3·7°, die zweite 2·0°, die längste Abfallszeit 140 und die kürzeste 40 Stunden.

Auch im Abfalle kommen viele Intermissionen vor; die größte Abfallsdifferenz in der Tagesschwankung bei den Fällen ohne Intermission betrug 1·9°, bei jenen mit Intermission 2·3°.

Meist wird auch hier gegen das Ende des Abfalls zu die Tagesschwankung kleiner.

Die Intermission tritt, soviel sich nach der geringen Zahl von Fällen sagen läßt, an ungeraden Tagen häufiger als an geraden ein, die Dauer derselben schwankte zwischen 20—53 Stunden. Wenn wir den langsamen gegen den raschen Abfall stellen, so ergibt sich, daß die größte Abfallsdifferenz bei ersterem 3.7°, bei letzterem 4·0°, die längste Abfallszeit 192 und 44, die kürzeste 25 und 11 Stunden, die niederste Temperatur beim langsamen Abfalle 36·4, beim raschen 35·5° betrug.

Das Wiederansteigen der Temperatur.

Nachdem in den meisten Fällen die Messungen nach erreichter Normaltemperatur unterbrochen wurden, so läßt sich über das weitere Verhalten der Temperatur nichts angeben.

Es wurde aber auch meist die eingreifende Therapie um so viel früher aufgegeben, daß wohl von derselben kein Einfluß mehr auf die Temperaturverhältnisse zu dieser Zeit zu erwarten ist. Für die Richtigkeit dieser Anschauung sprechen auch die wenigen zur Beobachtung gekommenen Fälle, in Bezug deren im übrigen das bei der indifferenten Therapie Geschilderte gilt.

Über das Verhältniss zwischen Temperatur, Puls und Respiration.

Da im Anstiege nur 1 Fall zur Beobachtung kam, läßt sich das hier vorkommende Factum in Bezug der Nichtconformität zwischen Temperatur und Puls nicht weiter verwerthen. Der Puls fällt übrigens schon zu einer Zeit ab, wo die Temperatur noch im weiteren Ansteigen begriffen ist.

Im Höhestadium überwiegt in entschiedener Weise die Nichtconformität zwischen Temperatur, Puls und Respiration, ferner die Conformität zwischen Temperatur und Puls über deren Nichtconformität, und endlich die Nichtconformität zwischen Temperatur und Respiration über deren Conformität.

Im Abfalle überwiegt die Nichtconformität zwischen Temperatur und Puls, und Temperatur und Respiration entschieden über deren Conformität; zwischen Temperatur, Puls und Respiration scheint jedoch die Conformität die Nichtconformität zu überwiegen (zu wenig Fälle).

Im Vergleiche mit den indifferent behandelten Fällen sehen wir daher dieselben Verhältnisse auch hier eintreten. Wenn wir die Conformität im ganzen betrachten, so finden wir selbe in hohem Grade die Nichtconformität überwiegen.

In Bezug auf den Vergleich, welches von den beiden Symptomen gegen das Ende der Erkrankung rascher zur Norm abfällt, zeigt sich, daß der gleichzeitige Abfall der bei weitem häufigste ist, und demnach dasselbe Verhältniß wie bei der indifferenten Therapie. Es kommen aber nur 2 Fälle vor, bei denen der Puls früher zur Norm abfällt als die Temperatur und überhaupt, während die Temperatur sich noch auf der Höhe befindet, der Puls relativ niedrige Werthe zeigt,

so z. B. am Morgen des fünften Krankheitstages im Falle Vetterer (Temperatur 40·1°, Puls 82) und am Morgen des vierten Krankheitstages im Falle Golda (Temperatur 40·0°, Puls 78). Hingegen begleitet hier in den wenigen Fällen, wo solches überhaupt zu beobachten ist, im Wiederansteigen auch der Puls die Temperatur im ganz gleichen Sinne. Es findet sich kein verhältnißmäßig tieferes Sinken des Pulses unter die Norm im Vergleich zur Temperatur.

Es wäre etwa noch zu berücksichtigen, ob sich bei der Anwendung des *Veratrums*, und zwar etwa bei der wiederholten Anwendung desselben, wohl kein Einfluß auf die Temperatur, aber vielleicht ein solcher auf den Puls geltend macht. Wir finden nur 4 Fälle (Reichardt, Wosmik, Mayer, Langhammer) wo ein solches Herabgehen des Pulses bei Ansteigen der Temperatur wahrzunehmen ist, allein dies scheint eher ein Zufall als eine sichere Wirkung zu sein, denn nachdem z. B. im Falle Langhammer neuerdings durch 3 Tage 15, 9, 24 Tropfen angewendet werden, sinkt am dritten Tage bei hoher Temperatur der Puls um 20 Schläge und am vierten Tage bei 48 Tropfen steigt die Temperatur noch mehr und die Pulsfrequenz sehr beträchtlich. Schließlich muß noch bemerkt werden, daß im Falle Wrana die Pulsfrequenz während der *Veratrum*-Behandlung nicht diese enorme Ermäßigung zeigt wie die Temperatur, aber auch der Puls zeigt zwischen Morgen und Abend auffallende Schwankungen, so z. B. zwischen 88 und 162. Bestätigen können wir die Beobachtung von Löbel, daß der Puls unter der *Veratrum*-Einwirkung mehr minder schnellend wird, und scheinen die Contractionen des Herzens vollständiger vor sich zu gehen.

Zeigt sich von der Anwendung des *Veratrums* ein Einfluß auf die Respiration? Wenn man die Fälle durchsieht, so muß man gestehen, daß sich dies durchaus nicht in auffallender Weise zeigt; es geht die Respirationsfrequenz allerdings in der größeren Anzahl von Fällen conform mit der Temperatur und dem Pulse herab, aber wir finden auch Fälle genug, wo sogar das Gegentheil stattfindet, indem während des Herabgehens der Temperatur und des Pulses eine sehr bedeutende Zunahme der Athemzüge eintritt; am deutlichsten zeigt sich dies am vierten Tage von Schimann, zweiten und dritten Tag von Mayer, fünften Tag von Rotter u. dgl.

Über das Verhältniss des Infiltrates zur Temperatur.

Da wir im Anstiege nur einen Fall zu beobachten Gelegenheit hatten, läßt sich über das Verhältniß der Temperatur zum Infiltrate während dieser Zeit nichts weiter angeben. Der Vergleich zwischen Form der Tagesschwankung der Temperatur und der Ausbreitung des Infiltrates im Höhestadium zeigt, daß beide mit einander Hand in Hand gehen, indem während des Ansteigens der Tagesschwankung auch eine Zunahme oder wenigstens ein Gleichbleiben des Infiltrates stattfindet. Über diesen Punkt soll noch später gesprochen werden.

In der weitaus größeren Anzahl von Fällen nimmt das Infiltrat zugleich mit dem Abfalle der Temperatur ab, demnach gerade so wie bei der indifferenten Behandlung. Ebenso ist hier, aber nur in sehr wenigen Fällen, eine Zunahme des Infiltrates, und zwar meist nach raschem Abfalle der Temperatur zu beobachten.

In Bezug auf Temperaturshöhe und Ausbreitung der Erkrankung hängen in der größten Anzahl von Fällen die hohen Temperaturen mit den ausgebreiteten Infiltraten zusammen. Es kommen aber auch ebenso hohe Temperaturen bei kleineren Infiltraten und umgekehrt, freilich nur in wenigen Fällen, niedrige Temperaturen bei großen Infiltraten vor.

Fall Wosmik ist sehr geeignet zu zeigen, daß die Temperaturshöhe nicht bloß von der Ausbreitung des Infiltrates abhängt, denn wir sehen die Temperatur noch immer hoch zu einer Zeit, wo das Infiltrat bereits stätig abnimmt, und finden die Ursache hievon offenbar in der beiderseitigen die Lungenerkrankung complicirenden Parotitis.

Lappen.

In Betreff des Sitzes der Erkrankung vertheilen sich die Fälle folgendermaßen:

Einseitige Pneumonien:

Rechter Oberlappen	2	Fälle
„ Ober- und Mittellappen	1	„
„ Ober-, Mittel- und Unterlappen	5	„
„ Mittel- und Unterlappen	1	„
Linker Unterlappen	5	„
„ Ober- und Unterlappen	4	„

Beiderseitige Pneumonien:

Rechter Mittel- und Unterlappen, linker Ober- und Unterlappen	1	Fälle „
Rechter Ober-, Mittel- und Unterlappen, linker Unterlappen	1	„
	20	

Alter.

Alter	Fälle
10—15 Jahre	1
15—20 „	4
20—25 „	7
25—30 „	1
30—35 „	1
35—40 „	1
40—45 „	1
45—55 „	3
55—60 „	1.

So wie bei der *Digitalis*-Behandlung haben wir es auch hier wieder überwiegend mit jugendlichen Individuen zu thun; aus der geringen Zahl von Fällen lassen sich jedoch keine weiteren Schlüsse ziehen.

Complicationen.

Bei den 20 beobachteten Fällen war bei 7 gleichzeitige Pleuritis, bei den beiderseitigen Pneumonien darunter ist je auf einer Seite eine Erkrankung der Pleura. Auch hier hat ganz gewiß die Erkrankung der Pleura wieder keinen Einfluß auf den Fieberverlauf. Rascher und allmähliger Abfall stellen sich völlig gleich. Auch in der Respirationsfrequenz zeigen sich dieselben Verhältnisse wie bei den indifferent behandelten Fällen, auf S. 54 der ersten Arbeit besprochen; wir haben hier sogar bei den 2 einfachen Pneumonien Schimann und Mayer Respirationsfrequenzen von 64, 66, 70, Höhen, wie sie bei Pleuropneumonien nicht vorkommen.

Herpes labialis kömmt nur 2 Mal vor, gestattet also keine Schlüsse.

Ein Kranker war Potator. Die Erkrankung zeigte einen langsamen Fieberabfall, hohe Pulsfrequenz (mit bedeutender Schwankung) im Vergleich zur Temperatur, weiter nichts abnormes.

Die Parotitis im Falle Wosmik hatte unzweifelhaft im Gegensatze zu Fall Rabal der ersten Reihe den alleinigen Einfluß auf die Höhe der Temperatur, denn die Pneumonie war schon lange vorher in Abnahme.

Endlich sehen wir im Falle Schmidt nach bereits beinahe zur Norm zurückgekehrter Temperatur, die Pulsfrequenz zu bedeutender Höhe ansteigen, und zwar auf Rechnung der concommittirenden Varicella.

Der Tod.

Es kommen nur 2 Fälle (Kraft und Reichart) in Betracht, ein allmähliger und ein rascher Abfall. Es zeigt sich in dem ersten eine große Difformität in den drei Fiebersymptomen; die Temperatur fällt allmählig, die Respirationsfrequenz beträchtlich ab, die Pulsfrequenz aber bleibt auf beträchtlicher Höhe. Bei der Erkrankung (einfache Pneumonie im l. Unterlappen, bei einem 59 Jahre alten Weibe) war keine weitere Complication mit im Spiele.

Im zweiten Falle haben wir eine Pneumonie im rechten Mittel- und Unterlappen ebenfalls ohne weitere Complication vor uns; nur an einem Krankheitstage (dem siebenten) besteht eine Conformität in den drei in Betracht gezogenen Fiebersymptomen, in den übrigen jedoch große Difformität, namentlich wieder ein Sinken der Temperatur, und nach bedeutendem Fallen (58) des Pulses ein beträchtliches Aufsteigen desselben (86). Ebenso steigt auch die Respirationsfrequenz bedeutend an. Bei Kocher gingen nur Pneumonien mit Complicationen unter der *Veratrum*-Behandlung lethal aus.

Therapie.

Es wurde in sämmtlichen Fällen nur die *Tct. Veratri vir.* angewandt, und zwar ein amerikanisches Originalpräparat, das ich von Dr. Cutter in Händen hatte. Nur einige Fälle wurden mit einem aus der hiesigen Hofapotheke bezogenen Medikamente behandelt, welches sich nach anderweitigen Versuchen gerade so wirksam wie das amerikanische bewies. Das Mittel wurde stündlich, meist zu je zwei Tropfen, und nur an den wenigen Krankheitstagen des Falles Wrana in verdünnterer Lösung, in einigen Fällen auch zu je 3 und 5 Tropfen verabfolgt. Die Kranken nahmen die Arznei ohne irgend welche Abneigung und so lange fort, bis entweder ein deut-

liches Herabgehen des Pulses oder der Temperatur, Übelkeit oder Erbrechen, eingetreten war. Die geringste Menge betrug 8, die größte 200, und in der größeren Anzahl von Fällen zwischen 30 bis 40 Tropfen. Am häufigsten wurde es zwischen dem zweiten und vierten Tag, zweimal schon am ersten und einmal vom dritten bis achten Tag gegeben.

Bei der Beurtheilung der Wirkung des Medikamentes, wollen wir zuerst dessen Einfluß auf das Höhestadium in Betracht ziehen. Wir sehen hier, daß, während bei der indifferenten Behandlung die Dauer des Höhestadiums meist 3—4, sie bei der *Veratrum*-Behandlung 2—3 Tage beträgt. Wenn wir aber das geringe Beobachtungsmaterial berücksichtigen, und die Wahrnehmung machen, daß die nächst häufige Dauer 4 Tage beträgt, so haben wir wohl dasselbe Resultat wie bei der indifferenten Therapie.

Kommen etwa auffallend viele Fälle vor, wo die Fiebersymptome sich zu einer Spitze gipfeln? Diese Frage läßt sich mit aller Bestimmtheit zu Ungunsten der specifischen Behandlung beantworten, denn wir finden hier nur einen einzigen solchen Fall, während wir bei der indifferenten Therapie mehr als die im Verhältnisse dreifache Anzahl von Fällen haben. Hier wollen wir auch gleich die Frage untersuchen, ob sich etwa durch die frühzeitige Anwendung des *Veratrums* eine weitere Ausbildung der Erkrankung unterdrücken läßt? Kocher gibt sich in dieser Beziehung sehr sanguinischen Hoffnungen hin. Für die Beurtheilung dieses Gegenstandes ist der hier mitzutheilende Fall von großem Interesse. Am ersten Tage einer acuten fieberhaften Erkrankung (nach Spitalseintritt), welche mit Schmerz auf der Brust und Husten einherging, wurde mit der größten Wahrscheinlichkeit der Ausbruch einer Pneumonie vermuthet. Es wurden nur dreistündlich je 2 Gr. Chinin verabfolgt und siehe am andern Morgen war bereits vollständige Reconvalescenz eingetreten; es war die Temperatur von 41·2° auf 36·8° herabgegangen, und in gleicher Weise der Puls. Hätte man nun hier die *Veratrum*- oder irgend eine andere eingreifende Therapie eingeleitet, wie viele Ärzte hätten dann wohl die Behauptung aufgestellt, die Pneumonie oder irgend eine andere schwere Erkrankung coupirt zu haben.

Bei allen mit *Veratrum* behandelten Fällen war, selbst bei dem frühesten Eintritte der Kranken in die Anstalt, die Pneumonie bereits mit Sicherheit zu diagnosticiren, es kann sich also nur um etwaige

Verhinderung des Fortschreitens der Infiltration, oder des Eintretens neuer Complicationen handeln. Wir können mit Bestimmtheit sagen, daß dem *Veratrum* in dieser Beziehung kein günstiger Einfluß zu vindiciren ist, denn wenn wir z. B. den Fall Klepac betrachten, so sehen wir am vierten Tage Puls und Temperatur bedeutend sinken und nichts destoweniger das Infiltrat noch zunehmen. Dasselbe findet bei Fall Rauch statt, wo trotz der *Veratrum*-Behandlung vom ersten Tage der Erkrankung an ein siebentägiges Höhestadium mit bedeutender Zunahme der Infiltration ausgebildet wird; am auffallendsten aber und vollkommen maßgebend ist Fall Langhammer; denn, nachdem der Kranke bei rechtsseitiger weit ausgebreiteter Pneumonie bereits durch fünf Tage im ganzen 75 Tropfen, also eine große Menge des Medikamentes erhalten hatte, tritt eine linksseitige Pleuropneumonie auf.

Ebenso finden wir im Fall Wosmik, allerdings nach nur 18 Tropfen *Tct. Ver.*, am sechsten Krankheitstage ein Herabgehen der Fiebersymptome, die jedoch schon am sechsten Tage wieder mit neu auftretender und sich weiter ausbildender Parotitis ansteigen.

In der Form der Tagesschwankung bemerkt man, wie wir gesehen haben, in der weitaus größten Anzahl von Fällen ein Ansteigen der Temperatur zum Abend hin. Es wurde nun der Versuch gemacht, durch rechtzeitig verabreichtes Medikament dieses Ansteigen zu verhindern; oft ist dies allerdings möglich, indem sogar ganz auffallende Remissionen an der Stelle dieser höchsten Tages-Exacerbation auftreten; die Wirkung des *Veratrums* ist in dieser Beziehung auch an kein Krankheitsstadium gebunden, denn wir sehen dieselbe ebensowohl im Beginne der Erkrankung als auch gegen das Ende des Höhestadiums zu auftreten. Diese Wirkung aber ist doch keine constante, und es läßt sich für das Ausbleiben derselben vorläufig keine bestimmte Ursache angeben, namentlich steht sie in keinem Verhältnisse zur Ausbildung des Infiltrates, denn sie bleibt ebenso gut aus, während das Infiltrat abnimmt, als gerade entgegengesetzt eine auffallende *Veratrum*-Wirkung wahrzunehmen ist, während das Infiltrat zunimmt. Bei der Beurtheilung der Wirkung ist aber auch große Vorsicht nothwendig. Es zeigt dies in eclatanter Weise Fall Rauch am zweiten Krankheitstage. Von $8^1/_2$ Uhr an bekömmt die Kranke stündlich 2 Tropfen *Tct. Ver.*; bis $^1/_2$ 2 hat sie (nach mehrmaligen Erbrechen) nur 6 Tropfen bekommen, die Temperatur ist

abgefallen von 40·6° auf 39·4°, nun steigt die Temperatur eine Stunde hindurch an (40·1°), fällt aber ohne weitere Verabreichung des Medikamentes zur Nacht auf 37·4°. Wenn dies Wirkung des *Veratrum* wäre, wie hätte die Temperatur erst noch um 0·7° ansteigen können? Am dritten Tage könnte man allerdings auch eine eclatante *Veratrum*-Wirkung vermuthen, indem die Temperatur von 41·1° (vom Morgen) auf 38·1° (7 Uhr Abends) abfällt, aber daran kann sicherlich nicht die *Tct. Veratri* Schuld sein, denn sie wurde ja erst um 1½ Uhr verabfolgt, als die Temperatur eben überhaupt schon im stetigen Sinken begriffen war.

Es wurde bereits auf die überraschend große Zahl von Fällen mit Intermissionen aufmerksam gemacht. Wenn auch ganz unstreitig viele der Intermissionen auf Rechnung des Medikamentes eintreten, indem sie unmittelbar auf dasselbe und zu Tageszeiten erfolgten, an denen sie gewöhnlich nicht einzutreten pflegen, so müssen hiebei doch noch andere Momente maßgebend gewesen sein. So sehen wir im Fall Wosmik vom sechsten zum achten Tage eine sehr bedeutende Intermission auftreten, nachdem bereits durch einen Tag keine *Tct. Ver.* angewendet worden war, dasselbe gilt von Fall Golda, in ausgezeichneter Weise von Balzarek, wo wir, nachdem im Höhestadium durch zwei Tage bis 170 Tropfen verabfolgt, am dritten Tage eine indifferente Therapie angewendet worden war, nun an diesem, dem fünften Krankheitstage, eine Intermission von mehr als 5° eintreten sehen. Nachdem bei den ganz indifferent behandelten Fällen ein ähnliches Verhalten zu beobachten ist, so sind wir auch hier nicht berechtigt die Intermission auf Rechnung der *Veratrum*-Behandlung zu setzen. Wir haben auch außerdem schon gezeigt, daß sich unter dieser gegen das Ende des Höhestadiums zu keine auffällige Zunahme der Intermissionen herausstellt.

Noch ein Umstand, der geeignet ist die *Veratrum*-Wirkung sehr zweifelhaft zu machen, soll gleich hier besprochen werden. Wir sehen nämlich in einzelnen Fällen eines längeren Höhestadiums auf Rechnung des *Veratrums* eine und zwar oft beträchtliche Intermission eintreten; nachdem das Medikament einen Tag ausgesetzt worden war, wird es neuerdings und oft in größerer Dosis angewandt, und nun erfolgt auf dasselbe nicht einmal eine auffällige Remission. Wenn wir die Gründe hiervon untersuchen, so könnten wir dieselben vielleicht in einer Zunahme der Infiltration oder in dem Auftreten

einer Complication vermuthen; dies läßt sich aber nicht begründen. Denn wenn wir z. B. in dem Fall Langhammer die bedeutende Intermission vom dritten zum vierten Tage auf Rechnung der verabreichten 12 Tropfen *Tct. Ver.* bringen wollen, so bleibt das Medikament mit einer Anwendung von 15 Tropfen am fünften, 9 Tropfen am sechsten, 24 Tropfen am siebenten, endlich 4—8 Tropfen am achten Tage, demnach also noch mehr und mehr gegen das Ende des Höhestadiums vollkommen wirkungslos, denn es wird doch Niemandem einfallen das endliche Sinken der Temperatur am neunten Tage (40·1°—38·4°) auf Rechnung der Therapie bringen zu wollen. Hier finden wir allerdings, wie bereits früher angegeben, eine unbeträchtliche Zunahme des Infiltrates am alten Krankheitsherde, das Auftreten einer neuen (linkseitigen) Pleuropneumonie. Im Fall Reichardt war am fünften Tage auf 8 Tropfen *Tct. Ver.* eine Intermission eingetreten, am sechsten Tage sind wir mit neuerdings 8 Tropfen bei nur sehr wenig zunehmendem Infiltrate und am siebenten Tage bei neuerdings 8 Tropfen und gleichgebliebenem Infiltrate nicht im Stande Exacerbationen von je 1° ungefähr zu verhindern. Ebenso tritt im Fall Schimann am vierten Tage mit 60 Tropfen die Intermission und den nächsten Tag bei gleichgebliebenem Infiltrate und relativem Wohlbefinden unter der Anwendung von neuerdings 60 Tropfen das Ansteigen zu beträchtlicher Exacerbation ein. Durch diese Betrachtungen ist auch gleich die Ansicht von Kocher widerlegt, daß die an dem ersten Krankheitstage eintretende Intermission absolut auf Rechnung des *Veratrums* zu bringen sei, denn wäre dies der Fall, so müßte sie ja bei sonst gleichbleibenden Umständen unter derselben Therapie auch später wieder eintreten, es sei denn, daß man etwa eine Gewöhnung an das Medikament annehmen wollte; ich glaube aber, daß eine solche Annahme willkürlich wäre, denn aus einer Betrachtung der Fälle ergibt sich, daß bei einer Wiederholung des Medikamentes, sei dasselbe in gleicher Menge wie vorher oder auch in einer größeren angewandt, meist eine ganz entschiedene Wirkung auf den Organismus (Erbrechen, Diarrhöe) aber keine auf Temperatur oder Puls sich zeigt. Ferner sehen wir auch bei den vollkommen indifferent behandelten Fällen folgende Intermissionen eintreten:

Kubalek	erster	Beobachtungstag	4·3
Schäfer	„	„	3·7
Detroit	„	„	3·2
Schrezmeier	„	„	1·8
Drechsler	„	„	1·5
Gschiel	„	„	1·4

u. s. f., wie sich ohnedem aus der Betrachtung der Tafeln ergibt.

Ferner sei hier bemerkt, daß über die Unterdrückung der Exacerbation nach der Intermission durch *Ver.* genau dasselbe gilt, was wir über Unterdrückung der Exacerbation in der Tagesschwankung gesagt haben.

Endlich ist hiemit auch die sanguinische Hoffnung Kocher's, daß *Ver.* unter allen Umständen den Puls und die Temperatur zur Norm zurückzubringen vermag, wofür er sogar bestimmte Stunden angibt, gründlich widerlegt, es sei denn etwa, daß man die Anwendung eines Medikamentes noch über die bereits eingetretenen übeln Zufälle hinaus fortsetzen wollte.

Für das *Veratrum* würde freilich der Umstand sprechen, daß im Vergleiche mit den indifferent behandelten Fällen die Intermission um einen Tag früher eintritt als bei letzteren, ebenso daß wir bei der specifischen Behandlung häufig ein Eintreten der Intermission schon am Morgen finden; jedoch sind unsere Zahlenverhältnisse zu gering, um hierüber endgiltige Schlüsse zu erlauben.

Richtig ist, daß die Krisis nach der *Veratrum*-Behandlung nur sehr selten nach dem zweiten Tage eintritt, allein wir brauchen nur die Reihe der Fälle der indifferenten Therapie durchzusehen, um die Überzeugung zu gewinnen, daß das *Ver.* hieran unschuldig ist. Denn wir finden bei der letzteren in einer wenigstens ebenso großen Anzahl von Fällen die Krisis schon an dem nächsten Tage nach der letzten Intermission eintreten; hingegen ist die Dauer der Intermission bis zur Erreichung der Exacerbation länger als sie Kocher angibt, sie beträgt nämlich bei uns durchschnittlich 19 Stunden, bei den indifferent behandelten Fällen betrug sie aber durchschnittlich 24 Stunden, wieder ein ganz auffallendes Factum. Offenbar hat das *Veratrum* keinen Einfluß auf die Höhe der in dem auf die Intermission folgenden neuen Ansteigen erreichten Temperatur, denn wir sehen ebenso oft eine gleich hohe oder auch eine höhere Temperatur wieder erreicht.

Daß das *Veratrum* keinen Einfluß auf die Art des Abfalls hatte, wurde bereits gezeigt, denn wir haben mehr Fälle mit allmähligem, als mit raschem Abfalle. In Bezug auf den Tag des Abfalls können wir aus unseren Fällen keinen Schluß ziehen, indem sich hier kein überwiegendes Resultat herausstellt. Daß der Abfall hier häufiger um Mittag eintritt, während dies bei der indifferenten Therapie am Abende der Fall war, mag vielleicht nur Zufall sein. Auch über den Punkt, ob sich unter der *Veratrum*-Behandlung in Bezug auf die Tiefe des Abfalles andere Verhältnisse ergeben als bei den Fällen der ersten Reihe, läßt sich wegen zu geringen Beobachtungsmaterials nichts Entscheidendes angeben.

Wenn wir nun noch den Einfluß dieser Therapie auf den Collapsus und das tödtliche Ende in Betracht ziehen, so ist allerdings in den Fällen von intensiverer *Veratrum*-Wirkung ein deutlicher Collapsus wahrzunehmen, der aber meist wieder sehr rasch mit dem Aussetzen des Medikamentes verschwindet. Einen ausgesprochenen Collapsus sehen wir in den mit Tod endigenden Fällen, und es könnte die Frage gestellt werden, ob nicht etwa das *Veratrum* die Schuld an dem unglücklichen Ausgange trifft. Dies ist gewiß nicht der Fall, denn bei beiden Kranken wurden nur mäßige Dosen (einmal durch drei, einmal durch vier Tage 44 Tropfen) des Medikamentes angewandt. Wir sehen dem entsprechend auch in dem einen Falle keine, in dem anderen nur wenige der Nebenwirkungen des Medikamentes, welche doch stärker müßten hervorgetreten sein; ferner haben wir es in beiden Fällen mit schon von vornherein geschwächten, herabgekommenen Individuen zu thun. Jedenfalls aber ist die stärkere Anwendung des Medikamentes in solchen Fällen, wie sie sich denn auch hier als nutzlos gezeigt hat, nicht empfehlenswerth.

Trägt das *Veratrum* zum subjectiven Wohlerbefinden des Kranken etwas bei? Ich konnte nie beobachten, daß eine andere günstige Wirkung auf den Kranken eintritt, als die momentane Entfieberung. Ich kann demnach unmöglich in den Jubel anderer Beobachter einstimmen, welche die Pneumonie als eine unter der *Veratrum*-Behandlung bedeutend leichter und minder qualvoll zu überstehende Krankheit schildern.

Erbrechen tritt ganz unstreitig in der Mehrzahl der Fälle unter dieser Therapie ein und am häufigsten erfolgt erst nach demselben das Herabgehen oder doch wenigstens das energischere Sinken der

Temperatur, in einzelnen Fällen war deren Herabgehen schon vor dem Erbrechen zu beobachten.

Wie bedeutend der Temperatursunterschied zuweilen vor und nach dem Erbrechen (oft über 1°) war, wurde bereits bei Gelegenheit der Besprechung der Intermissionen gezeigt, so daß man wohl geradezu dem Brechact selbst, so wie auch bei der Wirkung des *tart. emet.* gezeigt werden soll, einen entschiedenen Einfluß auf das Sinken der Temperatur vindiciren muß. Allein daß dieses letztere nicht streng an den Brechact gebunden ist, zeigt sich in jenen Fällen wo ein Sinken der Temperatur ohne Erbrechen zu Stande kömmt, so bei Fall Mayer, Reichardt, Topfner, und daß wir andererseits, wie am dritten Tage von Topfner, sehen, daß trotz des Erbrechens die Temperatur in die Höhe steigen kann. Das Erbrechen widerholte sich selten mehr als zweimal, und hörte alsogleich nach Aussetzen des Medikamentes auf, so daß es nie nothwendig war irgend eine Therapie dagegen einzuleiten; meist war es von Übelkeiten, wenn auch nur geringen Grades begleitet, selten erfolgte es jedoch auch ganz plötzlich und zwar von einer völlig charakteristischen lauchgrünen Flüssigkeit. Sehr merkwürdig ist die Verschiedenheit in der Widerstandsfähigkeit einzelner Individuen; während wir als Minimaldosis für das Erbrechen 2 Tropfen sehen (es ist dieß gewiß kein Zufall, da am selben Tage auch auf 4 Tropfen Erbrechen erfolgte), brauchte es bei einem anderen Kranken (Balzarek) bis 130 Tropfen desselben Medikamentes.

Diarrhöe trat ebenfalls, jedoch nicht so constant als das Erbrechen ein. In einigen Fällen kam es auch nur zur Diarrhöe.

Auf eine stärkere oder geringere Schweißsecretion hatte das Medikament keinen ersichtlichen Einfluß.

Eine Vermehrung der Harnsecretion selbst unter Anwendung großer Dosen war nicht wahrzunehmen.

Im Gegensatze zur Beobachtung von Drasche war es mir auch nicht möglich einen Einfluß dieser Therapie auf das Sputum herauszufinden. Dasselbe verhielt sich bei großen und kleinen Dosen gerade so verschiedenartig wie bei den indifferent behandelten Fällen.

Es kam nur ein einziger Fall von *Pneumonia* in *potatore*, und dieser, obwohl erst am zweiten Tage der Erkrankung, doch schon im allmähligen Fieberabfalle zur Beobachtung. Wir können uns somit auch keine Schlüsse in Bezug auf diese Complication erlauben.

Sectionsbefunde von Dr. Scheuthauer angegeben.

Wrana Franz. — Die Kehlkopf- und Luftröhrenschleimhaut mäßig injicirt; beide Lungen besonders die linke durch derbe Pseudomembranen angeheftet, letztere bis auf einen fingerbreiten, blutarmen, feinschaumig ödematösen Saum des vorderen Randes vollkommen luftleer, in der Spitze von einer gegen Hühnereigroßen, sonst von unzähligen Haselnußgroßen Cavernen durchsetzt, die größtentheils mit erweiterten, in ihrer Schleimhaut käsig infiltrirten, Bronchien communiciren. Zwischen diesen Cavernen ist das Lungenparenchym käsig, nur hie und da grauröthlich hepatisirt, überdieß von bis Haselnußgroßen, deutlich durch Schwielen abgegrenzten, käsigen Inseln (Bronchialdrüsen) durchzogen. Die rechte Lunge im Oberlappen der linken ähnlich, doch noch lufthältige Parenchymstellen zeigend, der Mittel- und Unterlappen blutarm, feinschaumig ödematös, von einer mäßigen Menge über erbsengroßer käsiger Stellen durchsetzt. Die Bronchialdrüsen im Hilus auf's Dreifache vergrößert, theils schwielig und pigmentirt, theils käsig. — Die Schleimhaut des Darms blaß, im Ileum zahlreiche secundäre tuberkulöse Geschwüre zeigend, die Mesenterialdrüsen fast haselnußgroß, theils derb, grauroth, theils käsig.

Haentschel Franz. — Die Pleuren beider Lungen, mit Ausnahme des linken Oberlappens, mit einer dünnen, gelblichen Membran belegt, der rechte Ober- und Mittellappen luftleer, dichter, graulich, undeutlich körnig, beim Abschaben eiterähnliche Flüssigkeit entleerend, der rechte Unterlappen luftleer, schwarzroth, blutreich und comprimirt, der linke Oberlappen in seinen vorderen Antheilen aufgedunsen, mäßig blutreich ödematös, der hinterste Theil des linken Oberlappens und der ganze linke Unterlappen sehr blutreich, gewulstet nicht vollkommen luftleer. Im rechten Brustraum etwas über ¼ Pfund serös-eitriger Flüssigkeit.

Kraft Josepha. — Der Unterlappen der linken Lunge grauroth hepatisirt, luftleer, brüchig, der linke Oberlappen, und die ganze rechte Lunge substanzarm, aufgedunsen, mäßig mit Blut versehen.

Reichardt Katharina. — Kehlkopf- und Luftröhrenschleimhaut blaß, die linke Lunge an der Spitze, die rechte fast im ganzen Umfange lose angeheftet, der vordere Saum des rechten Oberlappens in Handbreite, ferner die ganze linke Lunge ödematös und blutarm

mit Ausnahme des etwas blutreicheren linken Unterlappen linken Lungenspitze, in welcher sich ein Paar bohnengroße Schwielen finden; in den Bronchien der linken Lunge eit Schleim, der ganze Rest der rechten Lunge vollkomm dicht, grauroth hepatisirt, undeutlich körnig. Beide Nie blutarm, die undeutlich körnigen Ränder fast überall bei an der Kapsel haften bleibend.

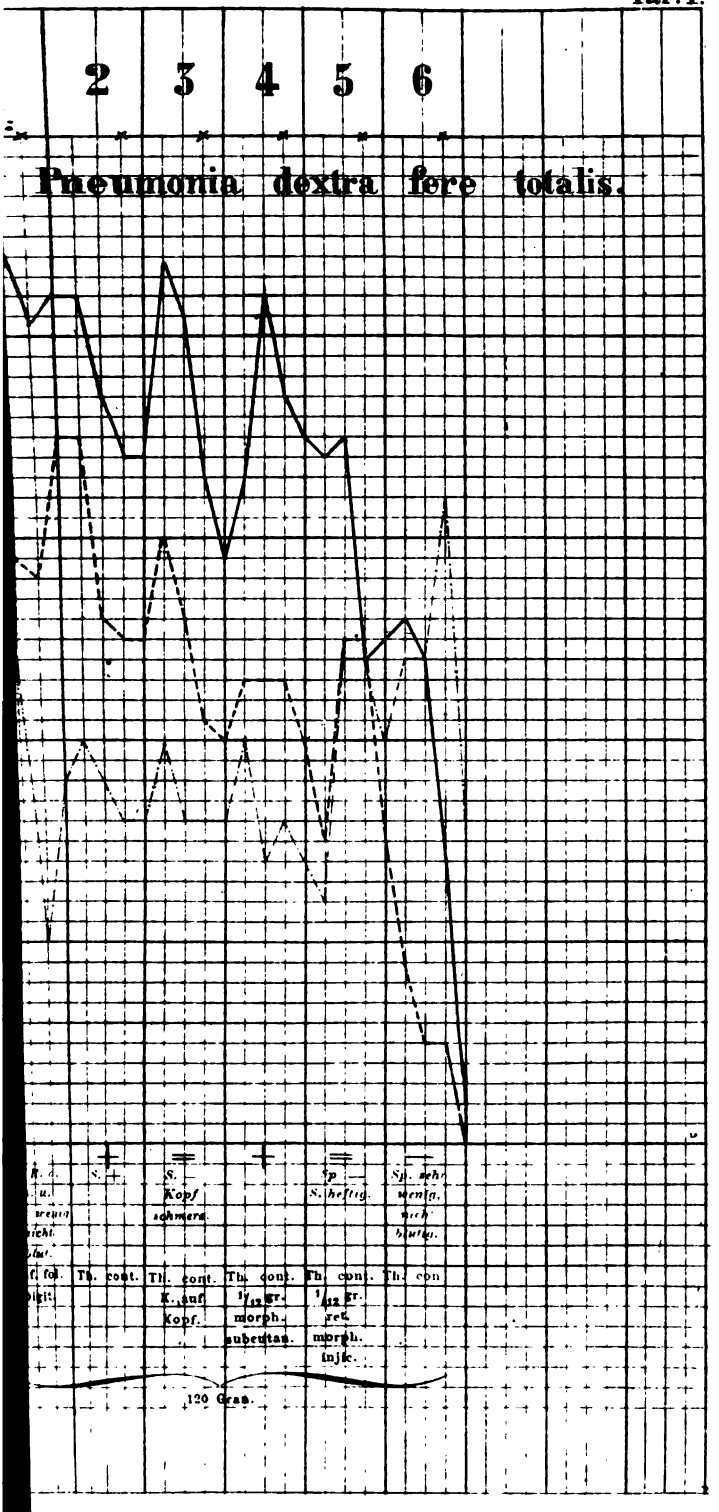
Zur Erklärung der Tafeln.

Wegen des Kostenpunktes und großen Zeitaufwandes wurde a Zeichnung der Curven in Farben aufgegeben und die Temperatur „s gezogen," der Puls „strichlirt" und die Respiration „strichpunkti Tafeln verzeichnet. Ebenso haben wir hier aus demselben Grunde Beobachtung gekommenen Fälle, sondern nur die wichtigsten ge geben die Ziffern oben die Tage an. Der Beginn der Erkrankung Sternchen bezeichnet; unmittelbar unter dem Namen des betreffend befindet sich das klinische Protokolls-Nr. und in Kürze die Anamnes die Gradeintheilung links davon die Puls und rechts die Respiration

In Bezug der Text-Angaben bedeutet + Zunahme, = Gleich Abnahme des Infiltrates.

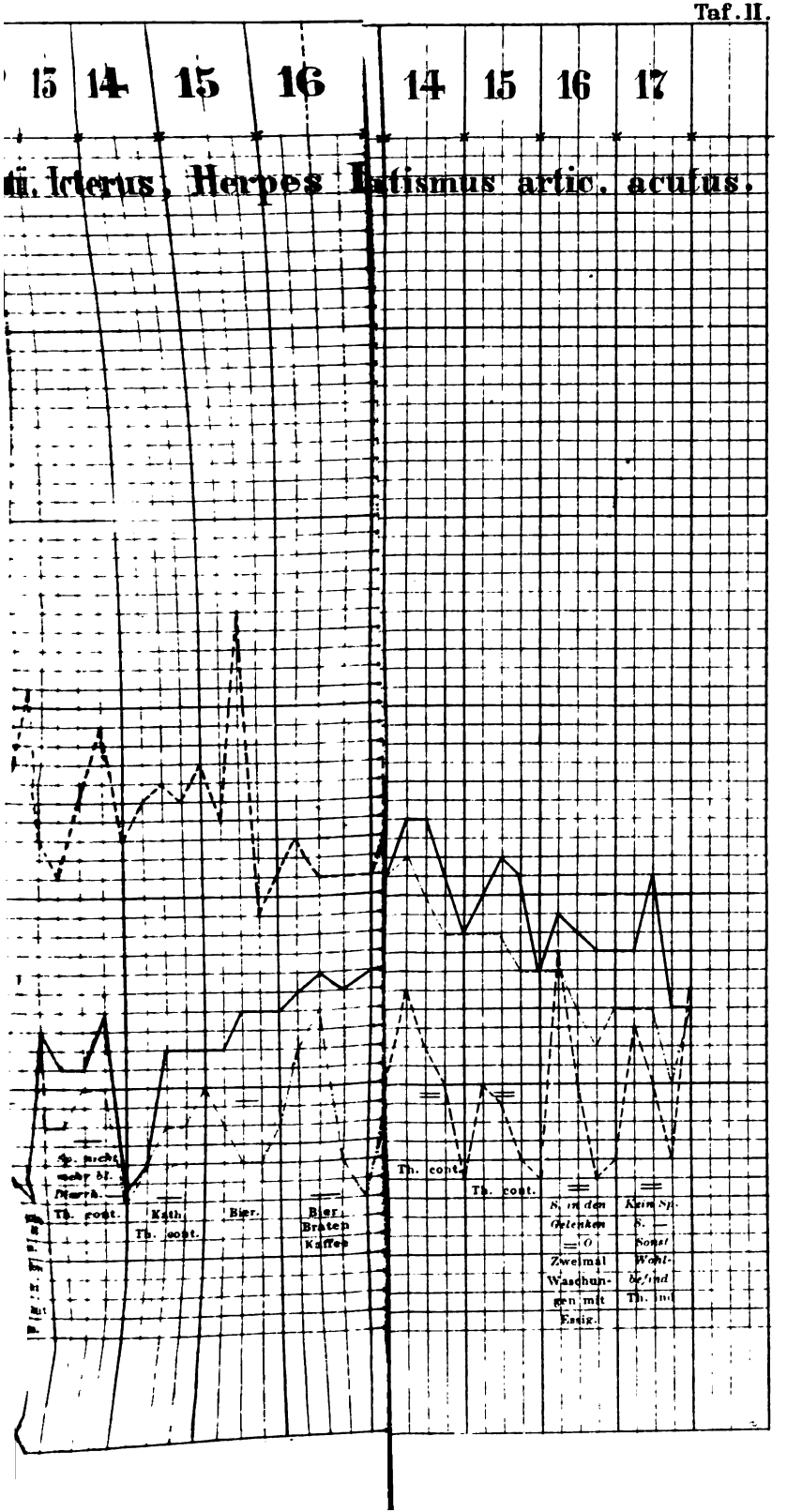
V	= vorne.	*ind*	= indifferens.
R	= rückwärts.	*cont*	= continuatur.
r	= rechts.	*a. m.*	= ante meridiem.
l	= links.	*p. m.*	= post meridiem.
s	= seitlich.	*Dy*	= Dyspnoe.
o	= oben.	*ra*	= Rasseln.
u	= unten.	*K*	= Kälte.
m	= Mitte.	*W*	= Wärme.
Hu	= Husten.	*pl. rei.*	= pleurales Reiben.
Sp	= Sputum.	*br. a.*	= bronchiales Athm
S	= Schmerz.	*Del*	= Delirium.
Sch	= Schweiß.	*Beg*	= Beginn.
Cy	= Cyanose.	*m*	= mit.
Ther	= Therapia.	*Fr.*	= Frost.

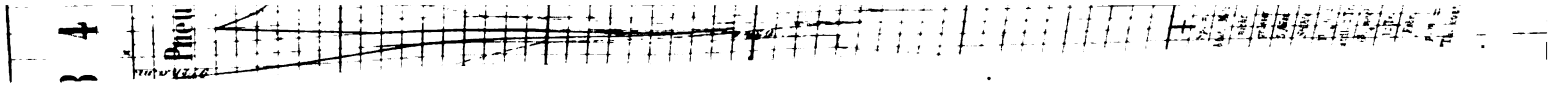
Taf. I.

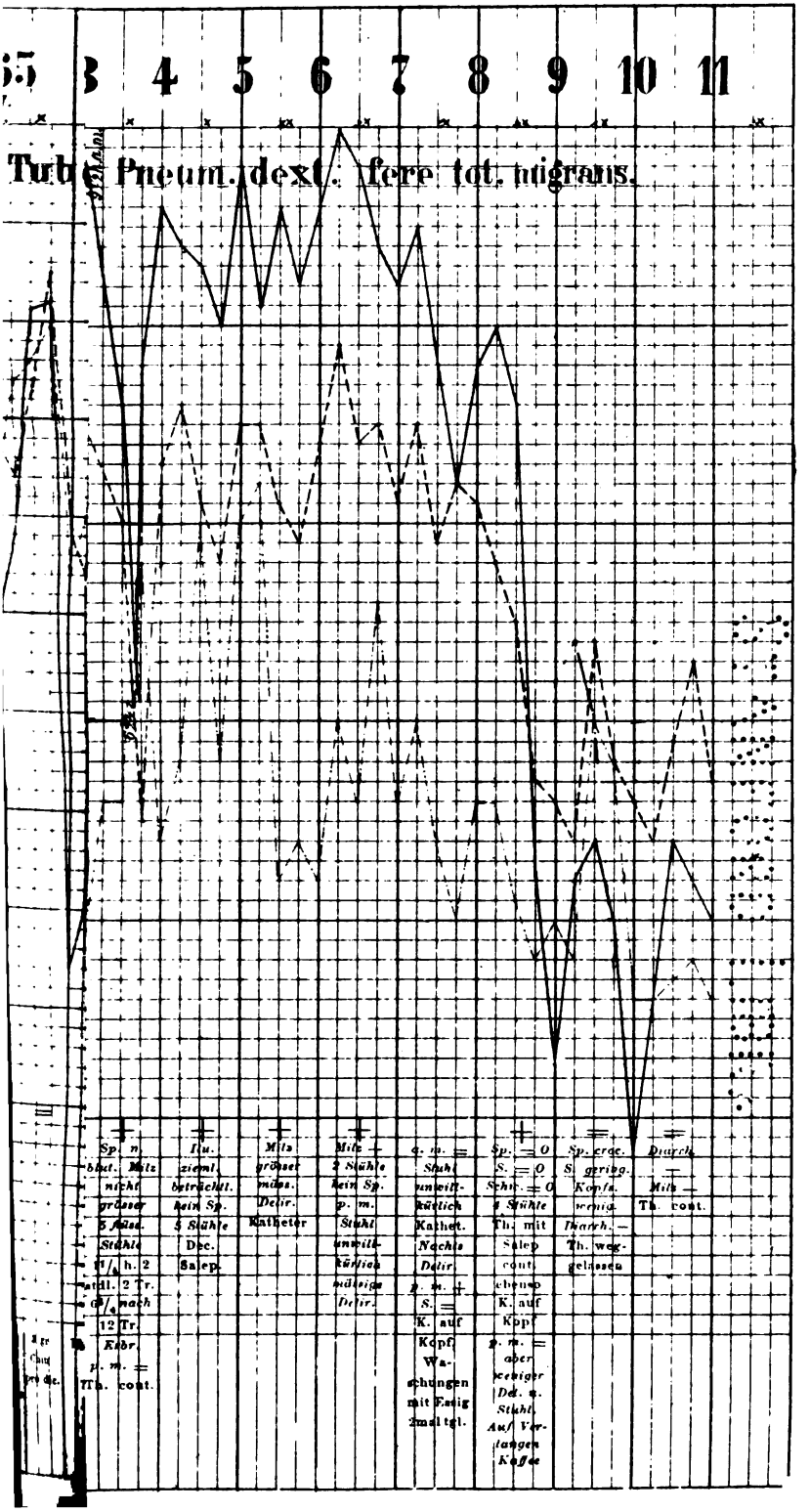


STANFORD LIBRARY

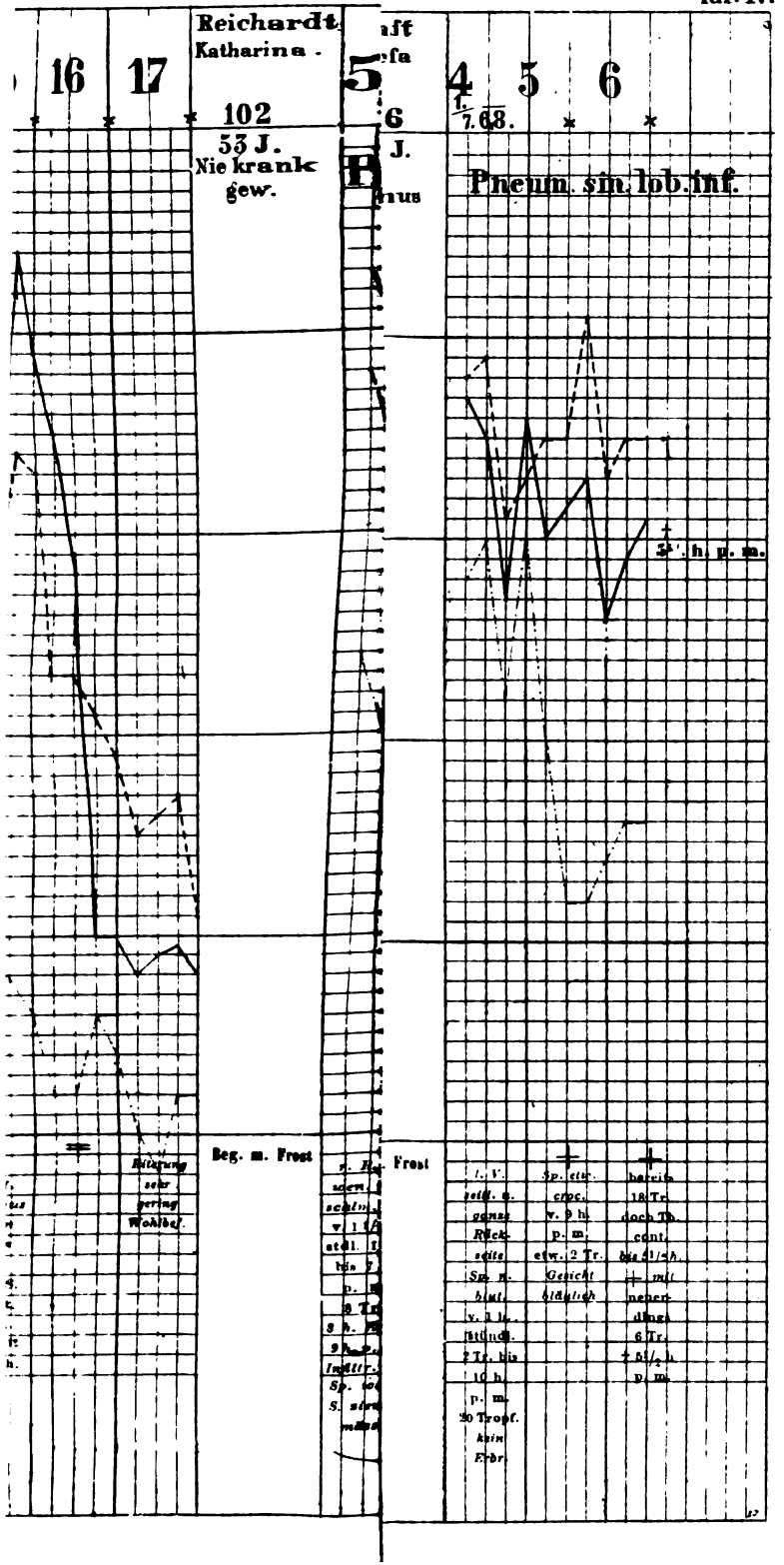
Digitized by Google


15
14
15
16
14
15
16
17
ti. Icterus, Herpes
Istismus artic. acutus.
Th. cont.
Kath.
Th. cont.
Bier.
Bier.
Braten
Kaffee
Th. cont.
Th. cont.
S. in den
Gelenken
O
Zweimal
Waschun-
gen mit
Essig.
Kein Sp.
S. —
Sonst
Wohl-
befinden
Th. in




3 4 5 6 7 8 9 10 11
Tub. Pneum. dext. fere tot. migrans.
Sp. n. blut. Milz nicht grösser 5 Stühle 1¼ h. 2 stdl. 2 Tr. 6¾ nach 12 Tr. Kbr. p. m. = Th. cont.
Ilu. zieml. beträchtl. kein Sp. 5 Stühle Dec. Salep.
Milz grösser mäss. Delir. Katheter
Milz + 2 Stühle kein Sp. p. m. Stuhl unwillkürlich mässige Delir.
a. m. = Stuhl unwillkürlich Kathet. Nachts Delir. p. m. + S. = K. auf Kopf. Waschungen mit Essig 2mal tgl.
Sp. = 0 S. = 0 Schw. = 0 4 Stühle Th. mit Salep cont. ebenso K. auf Kopf p. m. = aber weniger Del. u. Stuhl. Auf Verlangen Kaffee
Sp. crac. S. gering. Kopfs. wenig. Diarrh. — Th. weggelassen
Diarrh. — Milz — Th. cont.

Taf. IV.



STANFORD LIBRARY

XVI. SITZUNG VOM 17. JUNI 1870.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath A. Freih. v. Burg den Vorsitz.

Das k. k. Handelsministerium ladet mit Note vom 8. Juni die Akademie ein sich an der vom 1. September bis 30. November d. J. zu Neapel stattfindenden internationalen, maritimen Ausstellung zu betheiligen.

Herr Prof. Dr. L. v. Barth dankt mit Schreiben vom 14. Juni für die ihm zur Ausführung einer Untersuchung über das Thymol bewilligte Subvention von 50 fl.

Das Kepler-Denkmal-Comité in Weilderstadt ladet mit Schreiben vom 1. Juni zur Theilnahme an dem am 24. Juni d. J. daselbst stattfindenden Feste der Enthüllung des Kepler-Denkmals ein.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Nachrichten über den Meteoritenfall bei Murzuk im December 1869", vom Herrn Director Dr. G. Tschermak.

„Über Wärmemenge und Temperatur der Körper" vom Herrn K. Puschl, Capitular zu Seitenstetten.

„Über die Curven des Anklingens und des Abklingens der Lichtempfindungen," vom Herrn Dr. K. Exner, Prof. der landwirthschaftlichen Lehranstalt in Mödling.

„Über Reflexe von der Nasenschleimhaut auf Athmung und Kreislauf," vom Herrn Dr. F. Kratschmer, k. k. Oberarzt und Assistenten am physiologischen Institute der Josephs-Akademie, eingesendet und empfohlen durch Herrn Prof. Ew. Hering.

Herr J. Schubert übermittelt die Beschreibung einer Lampe nebst einer Zeichnung zu einem elektrischen Läutapparate, mit dem Ersuchen um deren Beurtheilung.

Herr Prof. Dr. A. Winckler überreicht eine Abhandlung: „Über die Relationen zwischen den vollständigen Abel'schen Integralen verschiedener Gattung.“

Herr Regierungsrath & Director Dr. K. v. Littrow macht auf das am 9. Juni versandte Circular mit den von dem c. M. Herrn Dr. Th. R. v. Oppolzer gerechneten Elementen des am 30. Mai von Winnecke und Tempel entdeckten Kometen aufmerksam.

Herr Prof. Dr. H. Hlasiwetz übergibt eine für den „Anzeiger“ bestimmte vorläufige Mittheilung über die hauptsächlichsten Thatsachen einer auf seine Veranlassung vom Herrn Dr. Ph. Weselsky unternommenen größeren Versuchsreihe „über die Bildung der Chinone“.

Herr Prof. Dr. A. Bauer legt eine Abhandlung: „Über die Legirung des Bleies mit Platin“ vor,

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte. 1869. II. Heft 3—4; 1870. I. Heft 1. München; 8°.

American Museum of Natural History: First Annual Report. New York, 1870; 8°.

Annales des mines. VIe Série. Tome XVIIe. 2e Livraison de 1870. Paris; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 8. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1870; 8°.

Association, The American Pharmaceutical: Proceedings. XVIIth Annual Meeting 1869. Philadelphia, 1870; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1805. (Bd. 76. 5.) Altona, 1870; 4°.

Barrande, Joachim, Défense des colonies. IV. Prague & Paris, 1870; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXX, Nrs. 21—22. Paris, 1870; 4°.

Cosmos. XIXe Année. 3e Série. Tome VI, 23e—24e Livraisons. Paris, 1870; 8°.

Gesellschaft, Astronomische: Vierteljahrsschrift. V. Jahrgang, 2. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

— anthropologische, in Wien: Mittheilungen I. Band, Nr. 3. Wien, 1870; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. V. Band, Nr. 11. Wien, 1870; 8°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. N. F. 3, Nr. 8. Wien, 1870; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXXI. Jahrg., Nr. 23. Wien, 1870; 8°.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik und Physik. LI. Theil, 2. & 3. Heft. Greifswald, 1869; 8°.

Isis: Sitzungs-Berichte. Jahrgang 1870, Nr. 1—3. Dresden; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ad Arti: Atti. Tomo XIV°, disp. 5ª. Venezia, 1869—70; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band I, 8. & 9. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

Landbote, Der steirische: 3. Jahrgang, Nr. 12. Graz, 1870; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1870, Nr. 19. Wien; 8°.

Lotos. XX. Jahrgang, April-Mai 1870. Prag; 8°.

Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1870, 4. & 5. Heft. Wien; 8°.

Moniteur scientifique. 323ª Livraison. Tome XIIª. Année 1870. Paris; 4°.

Nature. Nrs. 31—32. Vol. II. London, 1870; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri; Bullettino meteorologico. Vol. V, Nr. 3. Torino, 1870; 4°.

Revue des cours scientifiques et littéraires de la France et de l'étranger. VIIª Année, Nrs. 27—28. Paris & Bruxelles, 1870; 4°.

Rittmann, Alex., Culturgeschichtliche Abhandlungen über die Reformation der Heilkunde. III. Heft. Brünn, 1870; 8°.

Société médico-chirurgicale des hôpitaux et hospices de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. Tome IV. 1869, 2ª Fasc. Paris & Bordeaux; 8°.

— botanique de France: Bulletin. Tome XVIIª. 1870. Comptes rendus des seances. 1. Paris; 8°.

Society, The Asiatic of Bengal: Proceedings. 1869, Nrs. 2—3. Calcutta; 8°.

Verein, Nassauischer, für Naturkunde: Jahrbücher. Jahrgang XXI. & XXII. Wiesbaden, 1867 & 1868; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 28—31. Wien, 1870; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIII. Jahrgang, N. F. VI. Band, 9. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

— des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXII. Jahrgang, 4. Heft. Wien, 1870; 4°.

Nachrichten über den Meteoritenfall bei Murzuk im December 1869.

Mitgetheilt

von dem c. M. Gustav Tschermak.

Anfangs April l. J. verbreitete sich in Europa die Kunde von dem Meteoritenfalle, der in der Nähe der Stadt Murzuk in Fezzan, gegen Ende December des vorigen Jahres stattgefunden hatte. Den ersten Anstoß gab ein Brief des Herrn Carabella in Tripoli, vom 2. Februar 1870, worin derselbe an Herrn Kumbary, Director des meteorologischen Observatoriums in Constantinopel dasjenige meldete, was er bis zu dieser Zeit aus Murzuk über das Ereigniß erfahren hatte. Herr Kumbary verbreitete diese Nachricht sogleich durch gleichlautende Schreiben an die Observatorien in Paris, London etc. So kam die Notiz in den Comptes rendus vom 21. März, in der Zeitschrift „Nature“ Nr. 21 zum Abdrucke. Mittlerweile scheinen auch auf anderem Wege kurze Berichte nach Europa gekommen zu sein, wie eine Notiz in den „Illustrated London News“ vom 9. April zeigt. Durch ein freundliches Schreiben Sir John Herschel's wurde auch Herr Hofrath v. Haidinger auf jenen Meteoritenfall aufmerksam gemacht, welcher eine Masse zur Erde brachte, die ein Gewicht von circa 5000 Pfund haben soll.

In den früher angeführten Notizen und in den gütigen Mittheilungen des Herrn Hofrathes v. Haidinger lag nun für mich die Aufforderung in Tripoli und Algier anzufragen. Die ersten Erfolge dieses Schrittes bilden den Gegenstand der nachstehenden Mittheilung.

Der k. und k. österr. Consul zu Tripoli, Herr Luigi Rossi erfüllte die an ihn gestellten Bitten mit großer Raschheit und außerordentlicher Bereitwilligkeit. Nach kurzer Zeit langte ein sehr

freundliches Schreiben an, begleitet von einem Schriftstücke, welches die durch Herrn Carabella gesammelten Daten über jenes Ereigniß enthält. Ins Deutsche übertragen, lautet das letztere wie folgt:

„Nachrichten, welche von Herrn Carabella, früher Dolmetsch des General-Gouvernements von Tripoli, über den Meteoritenfall bei Murzuk mitgetheilt wurden:

Der Meteoritenfall ereignete sich in der Zeit vor den letzten Tagen des December 1869. Die Richtung des Meteores ging, wenn ich mich recht erinnere, von West nach Ost, die Bahn hatte eine geringe Neigung gegen Süden. Es fiel eine Feuerkugel eine Stunde von der Stadt entfernt in einem Garten nieder, in welchem sich mehrere Araber unterhielten. Während des Niederfallens sprühten Funken daraus hervor. Erstaunt und erschreckt feuerten die Araber ihre Flinten auf den Meteoriten ab.

Der General-Gouverneur ließ nach Murzuk schreiben, daß man den Meteoriten nach Tripoli bringe, damit er nachher an das Museum in Constantinopel eingesandt werde.

Ich habe mehr als einmal die reisenden Araber über das vom Himmel gefallene Eisen — diesen Ausdruck gebraucht man im Inneren Afrika's — befragt. Die Leute versicherten mir, daß im Süden von Murzuk große Mengen davon niederfallen. Der Muhurdar des Sultans von Wadai, welcher sich im Mai 1869 in Tripoli aufhielt, sagte mir, daß die Pfeile, die Säbel und Dolche der Leibwache seines Herrn aus solchem vom Himmel gefallenen Eisen gemacht seien.

Die Übereinstimmung der Aussagen bezüglich dieses Gegenstandes läßt die Meinung aufkommen, daß die tropische Region mehr als eine andere von Meteoren heimgesucht wird.

Tripoli, den 13. Mai 1870."

Die Übersendung dieses Schriftstückes begleitete Herr Consul Rossi mit dem freundlichen Versprechen, alles aufzubieten, um direct aus Murzuk noch vollständigere Berichte zu erhalten.

Aus Algier erhielt ich durch die Güte des Herrn Friedrich v. Hellwald in Wien eine kurze Notiz, welche einem Schreiben des Herrn Bulard, Director des Observatoriums von El Biar bei Algier entnommen ist. Es wird gesagt, daß der Meteorit beiläufig 5000 Pfund schwer sei und daß er nach Constantinopel befördert worden, um von da nach Paris gesandt zu werden.

Die Ansicht, welche in dem letzten Satze ausgesprochen ist, stimmt allerdings nicht mit dem überein, was die Herren Carabella und Kumbary über das künftige Schicksal des Meteoriten mitgetheilt, es dürfte die Hauptmasse des Meteoriten wohl in dem Museum zu Constantinopel aufbewahrt werden.

Die durch den Herrn Consul Rossi erhaltenen Angaben stimmen mit den von Kumbary veröffentlichten überein, doch ist bis jetzt der Tag und die Stunde des Ereignisses nicht genauer bestimmt. Die nächste Frage betrifft die Natur des Meteoriten. Ist derselbe ein Stein oder eine Eisenmasse? Dies wird wohl binnen kurzer Zeit ermittelt sein. Nach den bisherigen Angaben wäre aber die Masse des Meteoriten eine ganz außerordentliche. Sollte auch die Schätzung von 5000 Pfund etwas reducirt werden, so scheint es doch, daß der Meteorit eine ungewöhnliche Größe besitzt. Ist er ein Stein, so wird es keine großen Schwierigkeiten machen, ihn zu zerstücken und dann zu transportiren. Eine Eisenmasse von so großem Gewichte würde hingegen nicht zu bewältigen sein.

Die empfangenen Notizen sind demnach geeignet, die größte Spannung zu erregen, von der uns die zu erwartenden freundlichen Nachrichten wohl bald befreien werden.

Über eine Legirung des Bleies mit Platin.

Von Prof. A. Bauer.

Deville [1]) hat beobachtet, daß eine Legirung von Blei und Platin unter gewissen Umständen leicht verändert wird, indem sich Bleiweiß bildet und das Platin in Form eines feinen schwarzen Pulvers ausgeschieden wird. Da jedoch über das Verhalten des Platins zum Blei mehrere Angaben vorliegen [2]), welche es wahrscheinlich machen, daß diese beiden Metalle fähig sind mit einander eine bestimmte chemische Verbindung zu bilden, so habe ich die von Deville beobachtete Veränderung der Blei-Platinlegirung einer näheren Prüfung unterworfen.

Zu dem Behufe stellte ich durch Zusammenschmelzen eine, aus drei Theilen Blei und einem Theil Platin bestehende Legirung dar, welche so spröde war, daß man sie in der Achatschale leicht zu Pulver verwandeln konnte. Das erhaltene schwarzbraune Pulver wurde nunmehr befeuchtet und unter einer Glasglocke der Einwirkung von Kohlensäure, Sauerstoff und von Essigsäuredämpfen ausgesetzt. Schon nach wenigen Tagen war die Masse oberflächlich durch gebildetes Bleiweiß weiß gefärbt, eine Veränderung, welche im weiteren Verlaufe des Processes zunahm und welche man durch öfteres Umrühren mittelst eines Glasstabes unterstützte.

Als nach etwa drei Wochen keine sichtliche Zunahme der gebildeten Bleiweißmenge mehr beobachtet werden konnte, wurde die ganze Masse herausgenommen und mit verdünnter Essigsäure behandelt, wodurch alles Bleiweiß zersetzt wurde und in Lösung ging. Der Rückstand wurde hierauf nochmals der Einwirkung von Essigsäure, Kohlensäure und Sauerstoff, auf die oben angeführte Weise

---

[1]) Comptes rendus Bd. 64. p. 1099.

[2]) Siehe: Handwörterbuch der Chemie. Bd. 6, pag. 597 und Gmelin's Handbuch der Chemie, Bd. 3, pag. 770 (V. Aufl.)

unterworfen und diese Behandlung so lange fortgesetzt, bis hiebei keine weitere Veränderung an der vorhandenen Metalllegirung beobachtet werden konnte. Nun wurde die Legirung nochmals mit verdünnter Essigsäure behandelt und endlich mit Wasser gewaschen und getrocknet. Hiebei konnte man leicht bemerken, daß aus der ursprünglichen, in Form eines ziemlich feinen schwarzbraunen Pulvers angewandten Legirung nun ein deutlich krystallinisches stahlgraues Pulver entstanden war, welches mit einem fein vertheilten und leicht abschlämmbaren schwarzen Körper vermengt erschien. Nachdem man dieses letztere Product, welches anscheinend nichts anderes als fein vertheiltes Platin war, durch einen sorgfältig ausgeführten Schlemmproceß entfernt hatte, wurde der krystallinische Theil, für sich gesammelt, getrocknet und der Analyse unterworfen, wobei sich ergab, daß derselbe neben Platin beträchtliche Mengen von Blei enthielt.

Derselbe Versuch wurde noch zweimal und das letzte Mal unter Anwendung von reinem aus oxalsaurem Blei dargestellten Blei und immer mit demselben Erfolg angestellt. Die hiebei erhaltenen Producte wurden endlich der Analyse unterworfen, und zwar in der Weise, daß man eine gewogene Menge der Legirung längere Zeit mit verdünnter Salpetersäure behandelte, wodurch das Blei in Lösung ging, das Platin aber auf einem Filter gesammelt und gewogen werden konnte. Das Blei wurde hierauf aus der Lösung unter Beobachtung der üblichen Vorsichtsmaßregeln als schwefelsaures Blei gefällt und auch als solches gewogen.

Die von Herrn Joh. Stingl ausgeführten Analysen ergaben folgende Resultate:

I. 0·7327 Grm. Substanz gaben 0·3600 Grm. Platin
II. 1·4326 „ „ „ 0·7034 „ „
III. 2·2782 „ „ „ 1·1177 „ „
IV. 1·2792 „ „ „ 0·6251 „ „ u. 0·9546 Gr. schwefelsaures Blei entsprechend 0·6521 Grm. Blei.

100 Theile dieser Legirung enthalten demnach:

	Gefunden				Berechnet
	I	II	III	IV	
Platin	49·13	49·10	49·02	48·86	48·82
Blei	—	—	—	50·97	51·18
				99·83	100·00

Wie man sieht, so stimmen diese Zahlen sehr gut mit den für die Formel:

$$Pt + Pb$$

berechneten überein und ich nehme keinen Anstand, diese Legirung als eine aus einem Atom Blei mit einem Atom Platin bestehende chemische Verbindung zu bezeichnen.

Das Bleiplatin stellt, auf die oben beschriebene Art dargestellt, ein krystallinisches, im Lichte glänzendes, stahlgraues Pulver dar, welches durch Kochen mit Mineralsäuren leicht zersetzt wird, beim Kochen mit verdünnter Essigsäure jedoch keine Veränderung erleidet. Erhitzt, schmilzt das Pulver rasch zusammen und erstarrt zu einer wismuthähnlichen krystallinischen und sehr spröden Metallmasse. Bei Luftzutritt erhitzt, oxydirt sich das Blei zum Theil und es kann daher dasselbe durch Abtreiben in der Muffel aus dieser Verbindung mit dem Platin getrennt werden.

Das specifische Gewicht des Bleiplatins wurde zu: 15·77 gefunden. Das arithmetische Mittel aus den Zahlen, welche die specifischen Gewichte des Platins und des Bleies bedeuten, beträgt 16·150.

Diese hier angeführte Methode zur Darstellung des Bleiplatins, dürfte vielleicht einer allgemeinen Anwendung fähig sein, und gestatten noch andere Legirungen darzustellen, welche in ihrer Zusammensetzung einer bestimmten chemischen Formel entsprechen und ich bin in meinem Laboratorium mit dem weiteren Studium dieses Gegenstandes beschäftigt.

Über die Relationen zwischen den vollständigen Abel'schen Integralen verschiedener Gattung.

Von dem w. M. Dr. Anton Winckler.

In der vorliegenden Arbeit habe ich es mir zur Aufgabe gemacht, die Relationen sowohl zwischen bloßen Aggregaten als zwischen Producten vollständiger Abel'scher Integrale verschiedener Gattung auf anderen Wegen und in weiterm Umfang als bis jetzt geschehen, aufzusuchen und in ihrem Zusammenhang darzustellen.

Um die Gleichungen zwischen linearen Verbindungen solcher Integrale zu erhalten, befolge ich das in der Abhandlung: „Über die vollständigen Abel'schen Integrale" (Sitzungsberichte B. 58) angewendete Verfahren, ohne jedoch die dort entwickelten Resultate als bekannt vorauszusetzen. Jene Gleichungen beschränken sich hier nicht auf den Fall, daß der rationale Zähler des Bruches unter dem Integralzeichen einen gewissen Grad nicht übersteige und der Nenner blos in der Quadratwurzel einer rationalen Function bestehe, sondern sie umfassen auch die Fälle, in welchen jener Zähler von beliebigem Grade ist und im Nenner außer der Quadratwurzel noch ein rationaler Factor vorkommt, sowie endlich auf den Fall, daß die Wurzelgröße im Zähler stehe.

Die Herleitung dieser Relationen aus dem Abel'schen Theorem würde ungleich schwieriger sein, wie die Abhandlung von Jacobi: De funct. duarum variab. quadrupliciter periodicis, die sich mit dem einfachsten der bezeichneten Fälle beschäftigt, hinlänglich erkennen läßt.

Die Gleichungen zwischen Producten der in Rede stehenden Integrale werden durch die Bestimmung des Werthes gewisser vielfachen Integrale auf einem Wege erhalten, dessen Ausgangspunct mit demjenigen übereinkommt, welchen Herr Weierstraß zur Ermittelung zweier, als Grundlage seiner Theorie der Periodicitäts-

moduln dienender doppelter Integrale gewählt hat. Die Erweiterung auf vielfache Integrale geschieht mittelst des Ausdruckes, den Cayley „Pfaffian“ genannt, und eines ähnlichen, der mit jenem gewisse Eigenschaften gemein hat. Die Resultate sind allgemeiner als die bekannten ; aus gemeinschaftlicher Quelle mit den betreffenden Gleichungen von Weierstraß hervorgehend, liefern sie nicht nur das bekannte von Jacobi, resp. Haedenkamp gefundene vielfache Integral, sondern auch die Verallgemeinerung der Formeln, zu welchen Lamé durch die Betrachtung der elliptischen Coordinaten geführt worden ist, als besondere Fälle; sie vereinigen also die meisten bis jetzt bekannten Relationen dieser Art in sich und bieten zugleich deren manche neue dar.

1.

Wenn $f(x)$ eine den $n-1$. Grad nicht übersteigende ganze rationale Function und

$$X = x(a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_{2n}-x), \qquad a_1 < a_2 < \ldots < a_{2n}$$

ist, so finden, wie von Jacobi auf zwei verschiedenen Wegen dargethan wurde, die folgenden zwei Gleichungen statt:

$$\int_{-\infty}^{0} \frac{f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx =$$

$$\int_{a_1}^{a_2} \frac{f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx - \int_{a_3}^{a_4} \frac{f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx + \ldots + (-1)^{n-1} \int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}} \frac{f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx, \qquad \ldots(1)$$

$$(-1)^{n-1} \int_{a_{2n}}^{+\infty} \frac{f(x)}{\sqrt{X}}\,dx =$$

$$\int_{0}^{a_1} \frac{f(x)}{\sqrt{X}}\,dx - \int_{a_2}^{a_3} \frac{f(x)}{\sqrt{X}}\,dx + \ldots + (-1)^{n-1} \int_{a_{2n-2}}^{a_{2n-1}} \frac{f(x)}{\sqrt{X}}\,dx \qquad \ldots(2)$$

Zu der ersten dieser Gleichungen kann man, wie ich in der vorhin genannten Abhandlung gezeigt habe, auch auf andere Art gelangen und die zweite Gleichung ist wenigstens insofern eine Folge der erstern, als sie aus dieser durch eine Transformation erhalten werden kann.

Es verdient aber, des Folgenden wegen, bemerkt zu werden, daß sich beide Gleichungen auch unabhängig von einander und zwar direct für den Fall, daß X das Product einer ungeraden Anzahl linearer Factoren sei, wovon keiner für $x = 0$ verschwindet, herleiten lassen.

Es sei wieder $f(t)$ eine den $n-1$. Grad nicht übersteigende ganze Function und $a_1 < a_2 < \ldots < a_{2n+1}$.

Mit $\varphi_1, \varphi_2, \ldots \varphi_n, \tau$ bezeichne man von einander unabhängige veränderliche Bogen und setze der Kürze wegen:

$$x_1 = a_2 \cos^2\varphi_1 + a_3 \sin^2\varphi_1$$
$$x_2 = a_4 \cos^2\varphi_2 + a_5 \sin^2\varphi_2$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$x_\nu = a_{2\nu} \cos^2\varphi_\nu + a_{2\nu+1} \sin^2\varphi_\nu$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$x_n = a_{2n} \cos^2\varphi_n + a_{2n+1} \sin^2\varphi_n$$
$$\operatorname{tang}\tau = + \sqrt{a_1 - t}, \quad t = a_1 - \operatorname{tang}^2\tau$$

Dann läßt sich das $n+1$fache auf die Variabeln φ und τ zwischen den Grenzen 0 und $\frac{\pi}{2}$ bezogene Integral des Bruches

$$\rho = \frac{f(t)\sec^2\tau}{(x_1 - t)(x_2 - t) \ldots (x_\nu - t) \ldots (x_n - t)}$$

sowohl aus der hier gegebenen Form von ρ als auch nachdem dieser Bruch in Partialbrüche zerlegt worden ist, durch einfache Quadraturen ausdrücken, wie ich dies a. a. O. für den Fall $a_1 = 0$ gezeigt habe. Da nämlich

$$x_\nu - t = (a_{2\nu} - t)\cos^2\varphi_\nu + (a_{2\nu+1} - t)\sin^2\varphi_\nu$$

und

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{p\cos^2\varphi + q\sin^2\varphi} = \pm \frac{\pi}{2\sqrt{pq}} \qquad \ldots(r)$$

je nachdem p und q positiv oder negativ sind, und da ferner

$$\sec^2\tau \cdot d\tau = -\frac{dt}{2\sqrt{a_1 - t}}$$

so ergibt sich, wenn zuerst nach den φ und zuletzt nach τ integrirt wird, für jenes $n+1$ fache Integral der Ausdruck

$$\frac{\pi^n}{2^{n+1}}\int_{-\infty}^{a_1}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx$$

worin x für t und der Kürze wegen

$$X=(a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_{2n+1}-x)$$

gesetzt wurde.

Die zweite Darstellung des Integrals findet man aus der Zerlegung

$$\rho\cos^2\tau=\frac{A_1}{x_1-t}+\frac{A_2}{x_2-t}+\ldots+\frac{A_\nu}{x_\nu-t}+\ldots+\frac{A_n}{x_n-t}$$

worin:

$$A_\nu=\frac{f(x_\nu)}{(x_1-x_\nu)(x_2-x_\nu)\ldots(x_{\nu-1}-x_\nu)(x_{\nu+1}-x_\nu)\ldots(x_n-x_\nu)}$$

wenn man jeden der n Brüche, aus deren Summe ρ besteht, zuerst nach τ und dann nach allen φ integrirt.

Aus dem ν. Bruch erhält man dann zunächst:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{A_\nu\sec^2\tau}{x_\nu-t}d\tau=A_\nu\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\tau}{(x_\nu-a_1)\cos^2\tau+\sin^2\tau}=\frac{\pi A_\nu}{2\sqrt{x_\nu-a_1}}$$

und da:

$$\begin{aligned}
x_1-x_\nu&=-[(x_\nu-a_2)\cos^2\varphi_1+(x_\nu-a_2)\sin^2\varphi_1]\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
x_{\nu-1}-x_\nu&=-[(x_\nu-a_{2\nu-2})\cos^2\varphi_{\nu-1}+(x_\nu-a_{2\nu-1})\sin^2\varphi_{\nu-1}]\\
x_{\nu+1}-x_\nu&=+[(a_{2\nu+2}-x_\nu)\cos^2\varphi_{\nu+1}+(a_{2\nu+2}-x_\nu)\sin^2\varphi_{\nu+1}]\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
x_n-x_\nu&=+[a_{2n}-x_\nu)\cos^2\varphi_n+(a_{2n+1}-x_\nu)\sin^2\varphi_n]
\end{aligned}$$

worin

$$a_2<a_3<\ldots<a_{2\nu}<x_\nu<a_{2\nu+1}<\ldots<a_{2n+1}$$

so ergibt sich, wenn das vorige Resultat nach $\varphi_1, \varphi_2,\ldots\varphi_{\nu-1}, \varphi_{\nu+1}\ldots\varphi_n$ integrirt wird, der Ausdruck:

$$(-1)^{\nu-1}\frac{\pi^n}{2^n}\cdot\frac{f(x_\nu)}{\sqrt{(x_\nu-a_1)(x_\nu-a_2)\ldots(x_\nu-a_{2\nu-1})(a_{2\nu+2}-x_\nu)\ldots(a_{2n+1}-x_\nu)}}$$

welcher nun noch in Bezug auf φ_ν zwischen 0 und $\frac{\pi}{2}$ oder nach x_ν zwischen den Grenzen $a_{2\nu}$ und $a_{2\nu+1}$ zu integriren ist. Aus der Gleichung:

$$x_\nu = a_{2\nu}\cos^2\varphi_\nu + a_{2\nu+1}\sin^2\varphi_\nu$$

folgt aber

$$\sin\varphi_\nu = +\sqrt{\frac{x_\nu - a_{2\nu}}{a_{2\nu+1}-a_{2\nu}}}$$

und hieraus

$$d\varphi_\nu = \frac{dx_\nu}{2\sqrt{(x_\nu-a_{2\nu})(a_{2\nu+1}-x_\nu)}}$$

Für das $n+1$ fache Integral des ν. Partialbruches von ρ hat man daher den Ausdruck

$$(-1)^{\nu-1}\cdot\frac{\pi^n}{2^{n+1}}\int_{a_{2\nu}}^{a_{2\nu+1}}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx$$

wobei der Kürze wegen x statt x_ν geschrieben wurde und X die festgesetzte Bedeutung hat.

Die Summe der hieraus für $\nu = 1, 2, 3, \ldots n$ sich ergebenden Integrale ist dem aus der unzerlegten Form von ρ abgeleiteten Integrale gleich. Man hat also die Gleichung:

$$\int_{-\infty}^{a_1}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx = \qquad \ldots(3)$$

$$\int_{a_2}^{a_3}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx - \int_{a_4}^{a_5}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx + \ldots + (-1)^{n-1}\int_{a_{2n}}^{a_{2n+1}}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx$$

worin

$$X = (a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)\ldots(a_{2n+1}-x)$$

Für $a_1 = 0$ und wenn die Indices der a durchgehend um eine Einheit vermindert werden, ergibt sich wieder die Gleichung (1).

Um die zweite Relation unabhängig von der vorigen zu erhalten, gehe man rücksichtlich der Function $f(t)$ und der Veränderlichen φ

und τ wieder von den bisherigen Annahmen aus, setze aber nun fest, es sei

$$x_1 = a_1 \cos^2\varphi_1 + a_2 \sin^2\varphi_1$$
$$x_2 = a_3 \cos^2\varphi_2 + a_4 \sin^2\varphi_2$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$x_\nu = a_{2\nu-1} \cos^2\varphi_\nu + a_{2\nu} \sin^2\varphi_\nu$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$x_n = a_{2n-1} \cos^2\varphi_n + a_{2n} \sin^2\varphi_n$$
$$\operatorname{tang}\tau = +\sqrt{t - a_{2n+1}}, \quad t = a_{2n+1} + \operatorname{tang}^2\tau$$

und

$$\rho = \frac{f(t)\sec^2\tau}{(t-x_1)(t-x_2)\ldots(t-x_\nu)\ldots(t-x_n)}$$

Wird ρ in dieser Form zuerst wieder nach den φ und zuletzt nach τ zwischen den Grenzen 0 und $\frac{\pi}{2}$ integrirt und bemerkt, daß

$$t - x_\nu = (t - a_{2\nu-1})\cos^2\varphi_\nu + (t - a_{2\nu})\sin^2\varphi_\nu$$
$$\sec^2\tau \,.\, d\tau = + \frac{dt}{2\sqrt{t - a_{2n+1}}}$$

sowie auch, daß die den Grenzen 0 und $\frac{\pi}{2}$ von τ entsprechenden Grenzen a_{2n+1} und $+\infty$ von t sind, so ergibt sich für das $n+1$ fache Integral von ρ der Ausdruck:

$$\frac{\pi^n}{2^{n+1}} \int_{a_{2n+1}}^{+\infty} \frac{f(x)}{\sqrt{-X}}\, dx$$

wenn wieder x für t geschrieben wird und X die bisherige Bedeutung behält.

Um die zweite Darstellung zu erhalten, verfahre man in der frühern Weise und setze

$$\rho\cos^2\tau = \frac{A_1}{t-x_1} + \frac{A_2}{t-x_2} + \ldots + \frac{A_\nu}{t-x_\nu} + \ldots + \frac{A_n}{t-x_n}$$

woraus:

$$A_\nu = \frac{f(x_\nu)}{(x_\nu - x_1)(x_\nu - x_2)\ldots(x_\nu - x_{\nu-1})(x_\nu - x_{\nu+1})\ldots(x_\nu - x_n)}$$

sich ergibt, dann findet man, wenn der ν. Partialbruch von ρ zunächst nach τ integrirt wird, den Ausdruck:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{A_\nu \sec^2\tau}{t-x_\nu}\,d\tau = A_\nu \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\tau}{(a_{2n+1}-x_\nu)\cos^2\tau + \sin^2\tau} = \frac{\pi A_\nu}{2\sqrt{a_{2n+1}-x_\nu}}$$

Da ferner:

$$\begin{aligned}
x_\nu - x_1 &= +[(x_\nu - a_1)\cos^2\varphi_1 + (x_\nu - a_2)\sin^2\varphi_1] \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
x_\nu - x_{\nu-1} &= +[(x_\nu - a_{2\nu-3})\cos^2\varphi_{\nu-1} + (x_\nu - a_{2\nu-2})\sin^2\varphi_{\nu-1}] \\
x_\nu - x_{\nu+1} &= -[(a_{2\nu+1} - x_\nu)\cos^2\varphi_{\nu+1} + (a_{2\nu+2} - x_\nu)\sin^2\varphi_{\nu+1}] \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
x_\nu - x_n &= -[(a_{2n-1} - x_\nu)\cos^2\varphi_n + (a_{2n} - x_\nu)\sin^2\varphi_n]
\end{aligned}$$

und

$$a_1 < a_2 < \ldots < a_{2\nu-1} < x_\nu < a_{2\nu} < \ldots < a_{2n+1}$$

folglich alle Differenzen in den eckigen Klammern positiv sind, so erhält man, wenn der vorhin gefundene Ausdruck nach

$$\varphi_1, \varphi_2, \ldots \varphi_{\nu-1}, \varphi_{\nu+1}, \ldots \varphi_n$$

zwischen den Grenzen 0 und $\frac{\pi}{2}$ integrirt wird, das Resultat:

$$(-1)^{n-\nu}\cdot\frac{\pi^n}{2^n}\cdot\frac{f(x_\nu)}{\sqrt{(x_\nu-a_1)(x_\nu-a_2)\ldots(x_\nu-a_{2\nu-2})(a_{2\nu+1}-x_\nu)\ldots(a_{2n+1}-x_\nu)}}$$

Die noch übrige Integration nach φ_ν läßt sich, da:

$$d\varphi_\nu = \frac{dx_\nu}{2\sqrt{(x_\nu - a_{2\nu-1})(a_{2\nu} - x_\nu)}}$$

ist, in eine solche nach x_ν zwischen den Grenzen $a_{2\nu-1}$ und $a_{2\nu}$ verwandeln und führt zu dem Ausdruck

$$(-1)^{n-\nu}\cdot\frac{\pi^n}{2^{n+1}}\int_{a_{2\nu-1}}^{a_{2\nu}} \frac{f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx$$

worin wieder x für x_ν geschrieben wurde.

Für $\nu = 1, 2, 3, \ldots n$ erhält man daraus die Integrale sämmtlicher Partialbrüche von ρ, deren Summe dem früher gefundenen Integrale von ρ gleich ist.

Hiernach besteht die weitere Gleichung:

$$(-1)^{n-1}\int_{a_{2n+1}}^{+\infty}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx = \quad \ldots(4)$$

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx - \int_{a_3}^{a_4}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx + \ldots + (-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx$$

worin wir bisher

$$X = (a_1 - x)(a_2 - x)(a_3 - x)\ldots(a_{2n+1} - x)$$

Wird $a_1 = 0$ gesetzt und vermindert man die Indices der a um 1, so entsteht die Gleichung (2).

2.

Die Relationen, welche dem Fall entsprechen, daß X das Product einer **geraden** Anzahl linearer Factoren ist, und welche ich in der erwähnten Abhandlung aus den Gleichungen (1) und (2) des vorigen Art. hergeleitet habe, ergeben sich nun allerdings aus (3) und (4), wenn man darin $a_{2n+1} = \infty$ setzt. Diesem Übergange vom Endlichen in's Unendliche steht jedoch das Bedenken entgegen, daß die vorige sowie jede andere Art der Herleitung der Gleichungen (3) und (4) strenge genommen nicht mehr gilt, wenn a_{2n+1} unendlich wird. Eine directe Herleitung der in Frage stehenden Relationen ist aus diesem und dem weitern Grunde wünschenswerth, weil letztere sich nirgends richtig angegeben finden. Sie kann auf dem bisher befolgten Wege geschehen, erfordert aber eine Anordnung der Gleichungen zwischen den x, φ und τ, welche von der frühern verschieden ist. Hier setze man:

$$\begin{aligned}
x_1 &= a_2\cos^2\varphi_1 + a_3\sin^2\varphi_1\\
x_2 &= a_4\cos^2\varphi_2 + a_5\sin^2\varphi_2\\
&\cdots\cdots\cdots\\
x_\nu &= a_{2\nu}\cos^2\varphi_\nu + a_{2\nu+1}\sin^2\varphi_\nu\\
&\cdots\cdots\cdots\\
x_{n-1} &= a_{2n-2}\cos^2\varphi_{n-1} + a_{2n-1}\sin^2\varphi_{n-1}\\
x_n &= a_{2n} + \operatorname{tang}^2\varphi_n\\
\operatorname{tang}\tau &= +\sqrt{a_1 - t} \text{ oder } t = a_1 - \operatorname{tang}^2\tau
\end{aligned}$$

und ermittle das nach den φ und nach τ zwischen den Grenzen 0 und $\frac{\pi}{2}$ genommene $n+1$ fache Integral des Bruches

$$\rho = \frac{f(t)\sec^2\tau\sec^2\varphi_n}{(x_1-t)(x_2-t)\ldots(x_\nu-t)\ldots(x_n-t)}$$

worin $f(t)$ eine höchstens auf den $n-2$. Grad steigende ganze Function bezeichnet.

Unterzieht man ρ in der hier gegebenen Form jener $n+1$ fachen Integration und bemerkt zu dem Ende, daß:

$$x_\nu - t = (a_{2\nu}-t)\cos^2\varphi_\nu + (a_{2\nu+1}-t)\sin^2\varphi_\nu$$
$$(x_n-t)\cos^2\varphi_n = (a_{2n}-t)\cos^2\varphi_n + \sin^2\varphi_n$$

sowie auch daß:

$$\sec^2\tau\,.\,d\tau = -\frac{dt}{2\sqrt{a_1-t}}$$

dann gelangt man, wie nicht näher gezeigt zu werden braucht, zu dem Ausdruck

$$\frac{\pi^n}{2^{n+1}}\int_{-\infty}^{a_1}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx$$

wenn zur Abkürzung:

$$X = (a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)\ldots(a_{2n}-x)$$

gesetzt wird.

Zerlegt man dagegen ρ vor der Integration in Partialbrüche und setzt:

$$\rho\cos^2\tau\cos^2\varphi_n = \frac{A_1}{x_1-t}+\frac{A_2}{x_2-t}+\ldots+\frac{A_\nu}{x_\nu-t}+\ldots+\frac{A_n}{x_n-t}$$

woraus

$$A_\nu = \frac{f(x_\nu)}{(x_1-x_\nu)(x_2-x_\nu)\ldots(x_{\nu-1}-x_\nu)(x_{\nu+1}-x_\nu)\ldots(x_n-x_\nu)}$$

erhalten wird, und berücksichtigt, daß hierin:

$$x_1 - x_\nu = -[(x_\nu - a_2)\cos^2\varphi_1 + (x_\nu - a_3)\sin^2\varphi_1]$$

. . . . . .

$$x_{\nu-1} - x_\nu = -[(x_\nu - a_{2\nu-2})\cos^2\varphi_{\nu-1} + (x_\nu - a_{2\nu-1})\sin^2\varphi_{\nu-1}]$$

$$x_{\nu+1} - x_\nu = +[(a_{2\nu+2} - x_\nu)\cos^2\varphi_{\nu+1} + (a_{2\nu+3} - x_\nu)\sin^2\varphi_{\nu+1}]$$

. . . . . .

$$x_{n-1} - x_\nu = +[(a_{2n-2} - x_\nu)\cos^2\varphi_{n-1} + (a_{2n-1} - x_\nu)\sin^2\varphi_{n-1}]$$

$$(x_n - x_\nu)\cos^2\varphi_n = +[(a_{2n} - x_\nu)\cos^2\varphi_n + \sin^2\varphi_n]$$

$$(x_\nu - t)\cos^2\tau = +[(x_\nu - a_1)\cos^2\tau + \sin^2\tau]$$

endlich

$$d\varphi_\nu = \frac{dx_\nu}{2\sqrt{(x_\nu - a_{2\nu})(a_{2\nu+1} - x_\nu)}}$$

ist, so ergibt sich, wenn der Einfachheit wegen x statt x_ν geschrieben wird, für das $n+1$ fache Integral des ν. Partialbruches von ρ der Ausdruck:

$$(-1)^{\nu-1}\cdot\frac{\pi^n}{2^{n+1}}\int_{a_{2\nu}}^{a_{2\nu+1}}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx,$$

für das Integral des n. Partialbruches dagegen

$$(-1)^{n-1}\cdot\frac{\pi^n}{2^{n+1}}\int_{a_{2n}}^{+\infty}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx$$

Das aus der ursprünglichen Form von ρ erhaltene Integral ist der Summe der für $\nu = 1, 2, 3, \ldots n-1$ aus den beiden letzteren Ausdrücken hervorgehenden Integrale gleich und man hat daher die folgende Relation:

$$\int_{-\infty}^{a_1}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx + (-1)^n\int_{a_{2n}}^{+\infty}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx = \qquad \ldots(5)$$

$$\int_{a_2}^{a_3}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx - \int_{a_4}^{a_5}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx + \ldots + (-1)^n\int_{a_{2n-2}}^{a_{2n-1}}\frac{f(x)}{\sqrt{X}}dx$$

welche mit der im Art. 4 der genannten Abhandlung erhaltenen übereinstimmt.

Die Bedingung, daß $f(x)$ den $n-2$. Grad nicht übersteige, ist, wie man hieraus leicht erkennt, nothwendig, damit die auf der linken

Seite der Gleichung vorkommenden Integrale, deren eine Grenze jedesmal unendlich groß ist, einen endlichen Werth behalten.

Der Gleichung (5) entspricht eine zweite, deren directe Herleitung der Vollständigkeit wegen ebenfalls in Kürze folgen mag. Der Zusammenhang der Veränderlichen ist hier wieder ein anderer als in den früheren Fällen. Man setze

$$x_1 = a_3\cos^2\varphi_1 + a_4\sin^2\varphi_1$$
$$x_2 = a_5\cos^2\varphi_2 + a_6\sin^2\varphi_2$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$x_\nu = a_{2\nu+1}\cos^2\varphi_\nu + a_{2\nu+2}\sin^2\varphi_\nu$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$x_{n-1} = a_{2n-1}\cos^2\varphi_{n-1} + a_{2n}\sin^2\varphi_{n-1}$$

$$\sin\tau = +\sqrt{\frac{t-a_1}{a_2-a_1}}, \qquad t = a_1\cos^2\tau + a_2\sin^2\tau$$

und

$$\rho = \frac{f(t)}{(t-x_1)(t-x_2)\ldots(t-x_\nu)\ldots(t-x_{n-1})}$$

Wird ρ in dieser Form zuerst nach τ und dann nach den φ zwischen 0 und $\frac{\pi}{2}$ integrirt und zu dem Ende bemerkt, daß

$$t-x_\nu = -[(a_{2\nu+1}-t)\cos^2\varphi_\nu + (a_{2\nu+2}-t)\sin^2\varphi_\nu]$$

und

$$d\tau = \frac{dt}{2\sqrt{-(a_1-t)(a_2-t)}}$$

so ergibt sich als das Resultat dieser Rechnung die Formel:

$$(-1)^{n-1}\cdot\frac{\pi^{n-1}}{2^n}\int_{a_1}^{a_2}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx$$

worin X wieder die vorige Bedeutung hat.

Wird dagegen ρ in Partialbrüche nach dem Schema:

$$\rho = \frac{A_1}{t-x_1} + \frac{A_2}{t-x_2} + \ldots + \frac{A_\nu}{t-x_\nu} + \ldots + \frac{A_{n-1}}{t-x_{n-1}}$$

worin:

$$A_\nu = \frac{f(x_\nu)}{(x_\nu - x_1)(x_\nu - x_2)\ldots(x_\nu - x_{\nu-1})(x_\nu - x_{\nu+1})\ldots(x_\nu - x_{n-1})}$$

ist, zerlegt und beachtet, daß:

$$x_\nu - x_1 = +[(x_\nu - a_2)\cos^2\varphi_1 + (x_\nu - a_1)\sin^2\varphi_1]$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$x_\nu - x_{\nu-1} = +[(x_\nu - a_{2\nu-1})\cos^2\varphi_{\nu-1} + (x_\nu - a_{2\nu})\sin^2\varphi_{\nu-1}]$$

$$x_\nu - x_{\nu+1} = -[(a_{2\nu+2} - x_\nu)\cos^2\varphi_{\nu+1} + (a_{2\nu+1} - x_\nu)\sin^2\varphi_{\nu+1}]$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$x_\nu - x_{n-1} = -[(a_{2n-1} - x_\nu)\cos^2\varphi_{n-1} + (a_{2n} - x_\nu)\sin^2\varphi_{n-1}]$$

$$t - x_\nu = -[(x_\nu - a_1)\cos^2\tau + (x_\nu - a_2)\sin^2\tau]$$

endlich

$$d\varphi_\nu = \frac{dx_\nu}{2\sqrt{(a_{2\nu+2} - x_\nu)(x_\nu - a_{2\nu+1})}}$$

so erhält man für das $n+1$ fache Integral des ν. Partialbruches, wenn dasselbe wie in den früheren Fällen zuerst nach τ, dann nach $\varphi_1, \ldots \varphi_{\nu-1}, \varphi_{\nu+1}, \ldots \varphi_{n-1}$ und zuletzt nach φ_ν ausgeführt wird, den Ausdruck

$$(-1)^{n-\nu}\frac{\pi^{n-1}}{2^n}\int_{a_{2\nu+1}}^{a_{2\nu+2}}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx$$

woraus für $\nu = 1, 2, \ldots n-1$ die Integrale aller Partialbrüche von ρ gefunden werden, deren Summe dem bereits ermittelten Integral von ρ gleich ist.

Es findet daher die Gleichung

$$0 = \int_{a_1}^{a_1}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx - \int_{a_2}^{a_2}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx + \ldots + (-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx \ldots (6)$$

statt, worin, wie in (5)

$$X = (a_1 - x)(a_2 - x)(a_3 - x)\ldots(a_{2n} - x)$$

Daß auch hier $f(x)$ den $n-2$. Grad nicht übersteigen dürfe, ergibt sich aus der Herleitung, da nur unter dieser Annahme ρ wie geschehen zerlegt werden kann.

3.

Die Gleichungen (3), (4), (5) und (6), welche die einfachsten zwischen ganzen Abel'schen Integralen bestehenden Relationen darstellen, lassen sich auf dem vorhin befolgten Wege nach mehreren Richtungen hin erweitern, wodurch an die Stelle der Quadratwurzel im Nenner andere Potenzen der linearen Factoren treten. Die im Vorhergehenden enthaltenen Rechnungen erleiden hierbei keine wesentliche Änderung; man hat sich zur Ausführung der einzelnen Integrationen statt der Formel (r) des Art. 1 der bekannten Gleichung:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\operatorname{cotg}^{2\gamma-1}\varphi\, d\varphi}{p\cos^2\varphi + q\sin^2\varphi} = \frac{\pi}{2\sin\gamma\pi}\cdot\frac{1}{p^\gamma q^{1-\gamma}} \qquad \ldots(s)$$

zu bedienen, wobei die rechte Seite positiv oder negativ ist, je nachdem p und q zugleich entweder positiv oder negativ sind, und worin γ ein positiver ächter Bruch sein muß.

Mit Hilfe der Gleichung (s) lassen sich dann allgemeinere Relationen finden, deren ausführliche Herleitung hier aber überflüssig wäre.

Es sei β ein zwischen $-\frac{1}{2}$ und $+\frac{1}{2}$ liegender Bruch und $f(x)$ eine den $n-1$. Grad nicht übersteigende ganze Function; dann können an die Stelle der Gleichungen (3) und (4) resp.

$$\cos\beta\pi\cdot\int_{-\infty}^{a_1}\frac{(a_1-x)^\beta f(x)}{\sqrt{X}}\,dx =$$

$$\int_{a_2}^{a_3}\frac{(x-a_1)^\beta f(x)}{\sqrt{X}}\,dx - \int_{a_4}^{a_5}\frac{(x-a_1)^\beta f(x)}{\sqrt{X}}\,dx + \ldots$$

$$+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n}}^{a_{2n+1}}\frac{(x-a_1)^\beta f(x)}{\sqrt{X}}\,dx,$$

und

$$(-1)^{n-1}\cos\beta\pi\cdot\int_{a_{2n+1}}^{+\infty}\frac{(x-a_{2n+1})^\beta f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx =$$

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{(a_{2n+1}-x)^\beta f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx - \int_{a_3}^{a_4}\frac{(a_{2n+1}-x)^\beta f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx + \ldots$$

$$+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{(a_{2n+1}-x)^\beta f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx$$

gesetzt werden, wobei $X=(a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_{2n+1}-x)$ ist.

Ebenso lassen sich die Gleichungen (5) und (6) resp. durch

$$\cos\beta\pi \cdot \int_{-\infty}^{a_1} \frac{(a_1-x)^\beta f(x)}{\sqrt{X}}\,dx =$$

$$\int_{a_2}^{a_3} \frac{(x-a_1)^\beta f(x)}{\sqrt{X}}\,dx - \int_{a_4}^{a_5} \frac{(x-a_1)^\beta f(x)}{\sqrt{X}}\,dx + \ldots$$

$$+(-1)^n \int_{a_{2n-2}}^{a_{2n-1}} \frac{(x-a_1)^\beta f(x)}{\sqrt{X}}\,dx + (-1)^{n+1} \int_{a_{2n}}^{+\infty} \frac{(x-a_1)^\beta f(x)}{\sqrt{X}}\,dx,$$

und

$$\cos\beta\pi \cdot \int_{a_1}^{a_2} \left(\frac{x-a_1}{a_2-x}\right)^\beta \frac{f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx =$$

$$\int_{a_3}^{a_4} \left(\frac{x-a_1}{x-a_2}\right)^\beta \frac{f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx - \int_{a_5}^{a_6} \left(\frac{x-a_1}{x-a_2}\right)^\beta \frac{f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx + \ldots$$

$$+(-1)^n \int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}} \left(\frac{x-a_1}{x-a_2}\right)^\beta \frac{f(x)}{\sqrt{-X}}\,dx$$

ersetzen, wenn $X = (a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_{2n}-x)$ ist.

4.

In den Gleichungen (1) bis (6) kommen nur Integrale von Brüchen vor, deren Nenner in einer Quadratwurzel besteht, sonst aber keinen rationalen Factor enthält. Wie in der wiederholt genannten Abhandlung gezeigt wird, finden ähnliche Gleichungen auch statt, wenn im Nenner noch ein Product linearer Factoren vorkommt, aber jene Gleichungen beziehen sich blos auf die sogen. Normalform, für welche X mit x verschwindet. Wenn alle Wurzeln von X von Null verschieden sind, ergeben sich die entsprechenden Relationen auf folgende Art. In der Gleichung

$$\rho = \frac{f(t)\sec^2\tau}{(b_1-t)(b_2-t)\ldots(b_s-t)\cdot(x_1-t)(x_2-t)\ldots(x_\nu-t)\ldots(x_n-t)}$$

bezeichne $f(t)$ eine den $n+s-1$. Grad nicht übersteigende ganze Function; ferner sei wie im Art. 1 für $\nu = 1, 2, \ldots n$ wieder:

$$x_\nu = a_{2\nu}\cos^2\varphi_\nu + a_{2\nu+1}\sin^2\varphi_\nu$$

und

$$t = a_1 - \tan^2\tau, \qquad \tan\tau = +\sqrt{a_1 - t}$$

ebenso

$$a_1 < a_2 < \ldots < a_{2n+1}$$

Der Bruch ρ in der gegebenen Form nach $\varphi_1, \varphi_2, \ldots \varphi_n, \tau$ zwischen den Grenzen 0 und $\frac{\pi}{2}$ integrirt, liefert den Ausdruck

$$\frac{\pi^n}{2^{n+1}}\int_{-\infty}^{a_1} \frac{f(t)\,dt}{(b_1-t)(b_2-t)\ldots(b_s-t)\sqrt{(a_1-t)(a_2-t)\ldots(a_{2n+1}-t)}}$$

Wird aber $\rho\cos^2\tau$ in Partialbrüche zerlegt, nämlich

$$\rho\cos^2\tau = \frac{A_1}{x_1-t} + \ldots + \frac{A_\nu}{x_\nu-t} + \ldots + \frac{A_n}{x_n-t} + \frac{B_1}{b_1-t} + \ldots + \frac{B_\sigma}{b_\sigma-t} + \ldots + \frac{B_s}{b_s-t}$$

gesetzt, woraus man

$$A_\nu = \frac{f(x_\nu)}{(b_1-x_\nu)(b_2-x_\nu)\cdots(b_s-x_\nu).(x_1-x_\nu)\cdots(x_{\nu-1}-x_\nu)(x_{\nu+1}-x_\nu)\cdots(x_n-x_\nu)}$$

$$B_\sigma = \frac{f(b_\sigma)}{(b_1-b_\sigma)\ldots(b_{\sigma-1}-b_\sigma)(b_{\sigma+1}-b_\sigma)\ldots(b_s-b_\sigma)\cdot(x_1-b_\sigma)(x_2-b_\sigma)\ldots(x_n-b_\sigma)}$$

erhält, so liefert die $n+1$ fache Integration des Bruches $\frac{A_\nu \sec^2\tau}{x_\nu - t}$ den Ausdruck

$$(-1)^{\nu-1}\cdot\frac{\pi^n}{2^{n+1}}\int_{a_{2\nu}}^{a_{2\nu+1}} \frac{f(x)\,dx}{(b_1-x)(b_2-x)\ldots(b_s-x)\sqrt{(a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_{2n+1}-x)}}$$

Ebenso erhält man für das Integral des Bruches $\frac{B_\sigma \sec^2\tau}{b_\sigma - t}$, wenn sämmtliche b zwischen $a_{2\nu-1}$ und $a_{2\nu}$ liegen, die Formel

$$\frac{\pi^{n+1}}{2^{n+1}} \cdot \frac{(-1)^{\nu-1} \cdot f(b_\sigma)}{(b_1-b_\sigma)\ldots(b_{\sigma-1}-b_\sigma)(b_{\sigma+1}-b_\sigma)\ldots(b_s-b_\sigma)\sqrt{-(a_1-b_\sigma)(a_2-b_\sigma)\ldots(a_{2n+1}-b_\sigma)}}$$

Sind aber sämmtliche b größer als a_{2n+1}, so erhält man denselben Ausdruck, versehen mit dem Factor $(-1)^n$ statt $(-1)^{\nu-1}$.

Es sei nun der Kürze wegen

$$R(x) = (a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_{2n+1}-x)$$

$$F(x) = (b_1-x)(b_2-x)\ldots(b_s-x)$$

also

$$F'(b_\sigma) = -(b_1-b_\sigma)(b_2-b_\sigma)\ldots(b_{\sigma-1}-b_\sigma)(b_{\sigma+1}-b_\sigma)\ldots(b_s-b_\sigma)$$

Man gelangt dann zu den folgenden Resultaten.

Wenn $b_1, b_2, \ldots b_s$ zwischen $a_{2\nu-1}$ und $a_{2\nu}$ liegen, so findet die Gleichung statt:

$$\int_{-\infty}^{a_1} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{R(x)}} - \int_{a_2}^{a_3} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{R(x)}} + \ldots + (-1)^n \int_{a_{2n}}^{a_{2n+1}} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{R(x)}}$$

$$= (-1)^\nu \cdot \pi \cdot \left[\frac{f(b_1)}{F'(b_1)\sqrt{-R(b_1)}} + \frac{f(b_2)}{F'(b_2)\sqrt{-R(b_2)}} + \ldots + \frac{f(b_s)}{F'(b_s)\sqrt{-R(b_s)}}\right] \ldots (1)$$

und, wenn $b_1, b_2, \ldots b_s$ größer als a_{2n+1} sind:

$$= (-1)^{n+1} \cdot \pi \cdot \left[\frac{f(b_1)}{F'(b_1)\sqrt{-R(b_1)}} + \frac{f(b_2)}{F'(b_2)\sqrt{-R(b_2)}} + \ldots + \frac{f(b_s)}{F'(b_s)\sqrt{-R(b_s)}}\right] \ldots (2)$$

Behält man den Ausdruck für ρ bei, läßt aber die Änderung eintreten, daß, wie dies auch im Art. 1 geschah, die Veränderlichen x für $\nu = 1, 2, 3, \ldots n$ durch die Gleichung

$$x_\nu = a_{2\nu-1}\cos^2\varphi_\nu + a_{2\nu}\sin^2\varphi_\nu$$

definirt werden und, daß

$$t = a_{2n+1} + \operatorname{tang}^2\tau, \qquad \operatorname{tang}\tau = +\sqrt{t-a_{2n+1}}$$

so ergeben sich auf dem bisherigen Wege weitere Relationen, wie folgt.

Das $n+1$ fache Integral der durch einen einzigen Bruch dargestellten Größe ρ ist

$$(-1)^n \cdot \frac{\pi^n}{2^{n+1}} \cdot \int_{a_{2n+1}}^{+\infty} \frac{f(t)\,dt}{(b_1-t)(b_2-t)\ldots(b_s-t)\sqrt{(t-a_1)(t-a_2)\ldots(t-a_{2n+1})}}$$

Wird dagegen $\rho\cos^2\tau$ vor der Integration nach dem angegebenen Schema in Partialbrüche zerlegt, so ergibt sich für das Integral des Bruches $\frac{A_\nu \sec^2\tau}{x_\nu - t}$ der Ausdruck

$$(-1)^\nu \cdot \frac{\pi^n}{2^{n+1}} \cdot \int_{a_{2\nu-1}}^{a_{2\nu}} \frac{f(x)\,dx}{(b_1-x)(b_2-x)\ldots(b_s-x)\sqrt{-(a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_{2n+1}-x)}}$$

Auf gleiche Weise findet man für das Integral des Bruches $\frac{B_\sigma \sec^2\tau}{b_\sigma - t}$, wenn sämmtliche b zwischen $a_{2\nu}$ und $a_{2\nu+1}$ liegen, die Formel

$$\frac{\pi^{n+1}}{2^{n+1}} \cdot \frac{(-1)^{\nu+1} \cdot f(b_\sigma)}{(b_1-b_\sigma)\ldots(b_{\sigma-1}-b_\sigma)(b_{\sigma+1}-b_\sigma)\ldots(b_s-b_\sigma) \cdot \sqrt{(a_1-b_\sigma)(a_2-b_\sigma)\ldots(a_{2n+1}-b_\sigma)}}$$

Wenn dagegen sämmtliche b kleiner als a_1 sind, so erhält man denselben Ausdruck, versehen mit dem Factor -1 statt $(-1)^{\nu+1}$.

Hieraus folgt nun:

Wenn $b_1, b_2, \ldots b_s$ zwischen $a_{2\nu}$ und $a_{2\nu+1}$ liegen, so ist

$$\int_{a_1}^{a_2} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}} - \int_{a_2}^{a_3} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}} + \ldots$$

$$+(-1)^{n-1} \cdot \int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}} + (-1)^n \cdot \int_{a_{2n+1}}^{+\infty} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}}$$

$$= (-1)^\nu \cdot \pi \cdot \left[\frac{f(b_1)}{F'(b_1)\sqrt{R(b_1)}} + \frac{f(b_2)}{F'(b_2)\sqrt{R(b_2)}} + \ldots + \frac{f(b_s)}{F'(b_s)\sqrt{R(b_s)}} \right] \ldots (3)$$

und, wenn $b_1, b_2, \ldots b_s$ kleiner als a_1 sind:

$$= \pi \cdot \left[\frac{f(b_1)}{F'(b_1)\sqrt{R(b_1)}} + \frac{f(b_2)}{F'(b_2)\sqrt{R(b_2)}} + \ldots + \frac{f(b_s)}{F'(b_s)\sqrt{R(b_s)}} \right] \ldots (4)$$

$$\frac{\pi^{n+1}}{2^{n+1}} \cdot \frac{(-1)^{\nu-1} \cdot f(b_\sigma)}{(b_1-b_\sigma)\ldots(b_{\sigma-1}-b_\sigma)(b_{\sigma+1}-b_\sigma)\ldots(b_s-b_\sigma)\sqrt{-(a_1-b_\sigma)(a_2-b_\sigma)\ldots(a_{2n+1}-b_\sigma)}}$$

Sind aber sämmtliche b größer als a_{2n+1}, so erhält man denselben Ausdruck, versehen mit dem Factor $(-1)^n$ statt $(-1)^{\nu-1}$.

Es sei nun der Kürze wegen

$$R(x) = (a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_{2n+1}-x)$$

$$F(x) = (b_1-x)(b_2-x)\ldots(b_s-x)$$

also

$$F'(b_\sigma) = -(b_1-b_\sigma)(b_2-b_\sigma)\ldots(b_{\sigma-1}-b_\sigma)(b_{\sigma+1}-b_\sigma)\ldots(b_s-b_\sigma)$$

Man gelangt dann zu den folgenden Resultaten.

Wenn $b_1, b_2, \ldots b_s$ zwischen $a_{2\nu-1}$ und $a_{2\nu}$ liegen, so findet die Gleichung statt:

$$\int_{-\infty}^{a_1} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{R(x)}} - \int_{a_2}^{a_3} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{R(x)}} + \ldots + (-1)^n \cdot \int_{a_{2n}}^{a_{2n+1}} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{R(x)}}$$

$$= (-1)^\nu \cdot \pi \cdot \left[\frac{f(b_1)}{F'(b_1)\sqrt{-R(b_1)}} + \frac{f(b_2)}{F'(b_2)\sqrt{-R(b_2)}} + \ldots + \frac{f(b_s)}{F'(b_s)\sqrt{-R(b_s)}}\right] \ldots (1)$$

und, wenn $b_1, b_2, \ldots b_s$ größer als a_{2n+1} sind:

$$= (-1)^{n+1} \cdot \pi \cdot \left[\frac{f(b_1)}{F'(b_1)\sqrt{-R(b_1)}} + \frac{f(b_2)}{F'(b_2)\sqrt{-R(b_2)}} + \ldots + \frac{f(b_s)}{F'(b_s)\sqrt{-R(b_s)}}\right] \ldots (2)$$

Behält man den Ausdruck für ρ bei, läßt aber die Änderung eintreten, daß, wie dies auch im Art. 1 geschah, die Veränderlichen x für $\nu = 1, 2, 3, \ldots n$ durch die Gleichung

$$x_\nu = a_{2\nu-1}\cos^2\varphi_\nu + a_{2\nu}\sin^2\varphi_\nu$$

definirt werden und, daß

$$t = a_{2n+1} + \tan^2\tau, \qquad \tan\tau = +\sqrt{t-a_{2n+1}}$$

so ergeben sich auf dem bisherigen Wege weiter folgt.

Das $n+1$ fache Integral der durch gestellten Größe ρ ist

$$(-1)^{\nu-1}\cdot\frac{\pi^n}{2^{n+1}}\int_{a_{2\nu}}^{a_{2\nu+1}}\frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{R(x)}}$$

Dem Bruch $\frac{A_n \sec^2\tau \sec^2\varphi_n}{x_n - t}$ dagegen entspricht das Integral

$$(-1)^{n-1}\cdot\frac{\pi^n}{2^{n+1}}\int_{a_{2n}}^{+\infty}\frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{R(x)}}$$

Ferner findet man für das Integral des Bruches $\frac{B_\sigma \sec^2\tau \sec^2\varphi_n}{b_\sigma - t}$, wenn sämmtliche b zwischen $a_{2\nu-1}$ und $a_{2\nu}$ liegen, den Ausdruck

$$(-1)^{\nu}\cdot\frac{\pi^{n+1}}{2^{n+1}}\cdot\frac{f(b_\sigma)}{F'(b_\sigma)\sqrt{-R(b_\sigma)}}$$

Sind sämmtliche b kleiner als a_1, so ergibt sich derselbe Ausdruck, versehen mit dem Factor -1 statt $(-1)^\nu$.

Man zieht hieraus das folgende Resultat.

Wenn $b_1, b_2, \ldots b_s$ zwischen $a_{2\nu-1}$ und $a_{2\nu}$ liegen, so ist:

$$\int_{-\infty}^{a_1}\frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{R(x)}} - \int_{a_2}^{a_3}\frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{R(x)}} + \ldots$$

$$+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-2}}^{a_{2n-1}}\frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{R(x)}} + (-1)^n\int_{a_{2n}}^{+\infty}\frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{R(x)}}$$

$$=(-1)^\nu.\pi.\left[\frac{f(b_1)}{F'(b_1)\sqrt{-R(b_1)}} + \frac{f(b_2)}{F'(b_2)\sqrt{-R(b_2)}} + \ldots + \frac{f(b_s)}{F'(b_s)\sqrt{-R(b_s)}}\right] \ldots (1)$$

und, wenn $b_1, b_2, \ldots b_s$ kleiner als a_1 sind:

$$=-\pi.\left[\frac{f(b_1)}{F'(b_1)\sqrt{-R(b_1)}} + \frac{f(b_2)}{F'(b_2)\sqrt{-R(b_2)}} + \ldots + \frac{f(b_s)}{F'(b_s)\sqrt{-R(b_s)}}\right] \ldots (2)$$

Zwei andere Gleichungen ergeben sich wie folgt.

Es sei

$$p=\frac{f(t)}{(b_1-t)(b_2-t)\ldots(b_s-t).(x_1-t)(x_2-t)\ldots(x_\nu-t)\ldots(x_{n-1}-t)}$$

und es werde, wie im Art. 2, für $\nu = 1, 2, 3, \ldots n-1$

$$x_\nu = a_{2\nu+1}\cos^2\varphi_\nu + a_{2\nu+2}\sin^2\varphi_\nu$$

und

$$t = a_1\cos^2\tau + a_2\sin^2\tau, \quad \sin\tau = +\sqrt{\frac{t-a_1}{a_2-a_1}}$$

gesetzt. Für das $n$fache Integral von ρ erhält man dann

$$\frac{\pi^{n-1}}{2^n}\cdot\int_{a_1}^{a_2}\frac{f(t)\,dt}{F(t)\sqrt{-R(t)}}$$

Zerlegt man ρ in Partialbrüche, wie dies im vorigen Art. geschehen ist, so ergeben sich für die Zähler A_ν, B_σ die dort angeführten Ausdrücke mit dem Unterschied jedoch, daß darin $n-1$ für n zu setzen ist.

Das $n$fache Integral des Bruches $\frac{A_\nu}{x_\nu - t}$ ist

$$(-1)^{\nu-1}\cdot\frac{\pi^{n-1}}{2^n}\cdot\int_{a_{2\nu+1}}^{a_{2\nu+2}}\frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}}$$

und für das Integral des Bruches $\frac{B_\sigma}{b_\sigma - t}$ findet man, wenn sämmtliche b zwischen $a_{2\nu}$ und $a_{2\nu+1}$ liegen, den Ausdruck

$$(-1)^\nu\cdot\frac{\pi^n}{2^n}\cdot\frac{f(b_\sigma)}{F'(b_\sigma)\sqrt{R(b_\sigma)}}$$

Sind aber sämmtliche b kleiner als a_1, so tritt darin $+1$ an die Stelle des Factors $(-1)^\nu$.

Liegen alle b über a_{2n}, so ist der Factor $(-1)^\nu$ durch $(-1)^n$ zu ersetzen.

Hieraus ergibt sich nun, wenn $R(x)$, $F(x)$ ihre vorhin festgesetzte Bedeutung behalten, das Resultat:

Wenn die Größen $b_1, b_2, \ldots b_\sigma$ zwischen $a_{2\nu}$ und $a_{2\nu+1}$ liegen, so ist

$$\int_{a_1}^{a_2} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}} - \int_{a_3}^{a_4} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}} + \ldots + (-1)^{n-1} \int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}} \frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}}$$

$$= (-1)^{\nu} \cdot \pi \cdot \left[\frac{f(b_1)}{F'(b_1)\sqrt{R(b_1)}} + \frac{f(b_2)}{F'(b_2)\sqrt{R(b_2)}} + \ldots + \frac{f(b_s)}{F'(b_s)\sqrt{R(b_s)}} \right] \ldots (3)$$

und, wenn $b_1, b_2, \ldots b_s$ kleiner als a_1 sind:

$$= + \pi \cdot \left[\frac{f(b_1)}{F'(b_1)\sqrt{R(b_1)}} + \frac{f(b_2)}{F'(b_2)\sqrt{R(b_2)}} + \ldots + \frac{f(b_s)}{F'(b_s)\sqrt{R(b_s)}} \right] \ldots (4)$$

endlich, wenn $b_1, b_2, \ldots b_s$ größer als a_{2n} sind:

$$= (-1)^{n} \cdot \pi \cdot \left[\frac{f(b_1)}{F'(b_1)\sqrt{R(b_1)}} + \frac{f(b_2)}{F'(b_2)\sqrt{R(b_2)}} + \ldots + \frac{f(b_s)}{F'(b_s)\sqrt{R(b_s)}} \right] \ldots (5)$$

Es braucht nicht näher gezeigt zu werden, daß die in diesem und dem vorhergehenden Art. gefundenen Relationen jene der Art. 1 und 2 als besondere Fälle in sich enthalten. Die algebraischen Theile rechts sind immer vorhanden, wenn die b von den a unabhängig sind und $F(x)$ sich nicht auf eine Constante reducirt.

6.

Die Gleichungen (1) bis (4) des Art. 4 gelten nur, wenn der Zähler $f(x)$ den $n+s-1$. Grad nicht übersteigt, und die Gleichungen (1) bis (5) des Art. 5 setzen voraus, daß $f(x)$ höchstens von $n+s-2$. Grade sei.

Gleichungen, wie die genannten, können, wenn darin Integrale mit unendlichen Grenzen vorkommen, offenbar nur bestehen, wenn der Grad des Zählers $f(x)$ jene Bedingungen einhält. Die Gleichungen (3), (4) und (5) des vorigen Art. aber enthalten keine Integrale mit unendlichen Grenzen und schließen daher die Möglichkeit einer Erweiterung auf den Fall, daß $f(x)$ von höherm als dem $n+s-2$. Grad sei, nicht aus. Es entsteht nun die Frage, welche Modificationen jene Gleichungen in diesem Falle erleiden. Die Beantwortung dieser Frage ist sehr einfach, wenn der Factor $F(x)$ im Nenner sich auf einen linearen Ausdruck reducirt, also $F(x) = b_1 - x$ ist. Da alsdann $F'(x) = -1$ ist, so gehen, wenn $b_1 = u$ gesetzt wird, die genannten drei Gleichungen über in die folgenden:

$$\int_{a_1}^{a_2} \frac{f(x)\,dx}{(u-x)\sqrt{-R(x)}} - \int_{a_3}^{a_4} \frac{f(x)\,dx}{(u-x)\sqrt{-R(x)}}$$

$$+ \ldots + (-1)^{n-1} \int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}} \frac{f(x)\,dx}{(u-x)\sqrt{-R(x)}}$$

$$= (-1)^{\nu-1} \cdot \pi \cdot \frac{f(u)}{\sqrt{R(u)}} \quad \text{wenn } a_{2\nu} < u < a_{2\nu+1} \qquad \ldots(1)$$

$$= \quad -\pi \cdot \frac{f(u)}{\sqrt{R(u)}} \quad \text{wenn } u < a_1 \qquad \ldots(2)$$

$$= (-1)^{n-1} \cdot \pi \cdot \frac{f(u)}{\sqrt{R(u)}} \quad \text{wenn } u > a_{2n} \qquad \ldots(3)$$

worin nun $f(x)$ den $n-1$. Grad nicht übersteigen darf.

Es sei z. B. $n=2$, $f(x)=1$, $a_1=0$ und es werde a_1, a_2, a_3 resp. für a_2, a_3, a_4 gesetzt. Die linke Seite dieser Gleichungen besteht dann aus zwei vollständigen elliptischen Integralen dritter Gattung, und man hat:

$$\int_0^{a_1} \frac{dx}{(u-x)\sqrt{x(a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)}} - \int_{a_2}^{a_3} \frac{dx}{(u-x)\sqrt{x(a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)}}$$

$$= \pm \frac{\pi}{\sqrt{-u(a_1-u)(a_2-u)(a_3-u)}}$$

wobei das obere Zeichen gilt, wenn $a_1 < u < a_2$, das untere dagegen, wenn entweder $u<0$ oder $u>a_3$ ist. Daß an der Annahme $0 < a_1 < a_2 < a_3$ festzuhalten sei, versteht sich von selbst.

Zur Lösung der vorhin besprochenen Frage eignet sich die Gleichung (3), welche, wenn darin:

$$X = R(x) = (a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_{2n}-x)$$

und

$$u = \frac{1}{z}, \qquad f(x)=1$$

gesetzt wird, in der Form

$$(-1)^{n-1}.\pi.\frac{z^{n-1}}{\sqrt{(1-a_1z)(1-a_2z)\ldots(1-a_{2n}z)}}=$$

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{dx}{(1-zx)\sqrt{-X}}-\int_{a_3}^{a_4}\frac{dx}{(1-zx)\sqrt{-X}}+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{dx}{(1-zx)\sqrt{-X}}$$

geschrieben werden kann. Da diese Gleichung gilt wenn $u > a_{2n}$ oder also $\frac{1}{z} > a_{2n}$, so kann man für z stets einen positiven Werth annehmen, welcher so klein ist, daß nicht nur dieser Bedingung für jeden beliebigen Werth von a_{2n} entsprochen wird, sondern auch die nach Potenzen von z aufsteigende Entwickelung jedes Gliedes der Gleichung convergirt. Denkt man sich diese Entwickelung ausgeführt, so ergeben sich, da die Coëfficienten der gleich hohen Potenzen von z auf beiden Seiten der Gleichung übereinstimmen müssen, unendlich viele Gleichungen, deren $n+m+1$ erste hier näher in Betracht zu ziehen sind.

Es sei zu diesem Zweck A_μ der Coëfficient von z^μ in der Entwickelung von

$$\frac{1}{\sqrt{(1-a_1z)(1-a_2z)\ldots(1-a_{2n}z)}}$$

es werde also

$$A_\mu=\left[(1-a_1z)^{-\frac{1}{2}}(1-a_2z)^{-\frac{1}{2}}\ldots(1-a_{2n}z)^{-\frac{1}{2}}\right]_{z^\mu},$$

gesetzt. Jene Gleichungen sind alsdann die folgenden:

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{1}{\sqrt{-X}}dx-\int_{a_3}^{a_4}\frac{1}{\sqrt{-X}}dx+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{1}{\sqrt{-X}}dx=0$$

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{x}{\sqrt{-X}}dx-\int_{a_3}^{a_4}\frac{x}{\sqrt{-X}}dx+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{x}{\sqrt{-X}}dx=0$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{x^{n-2}}{\sqrt{-X}}dx-\int_{a_3}^{a_4}\frac{x^{n-2}}{\sqrt{-X}}dx+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{x^{n-2}}{\sqrt{-X}}dx=0$$

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{x^{n-1}}{\sqrt{-X}}dx-\int_{a_3}^{a_4}\frac{x^{n-1}}{\sqrt{-X}}dx+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{x^{n-1}}{\sqrt{-X}}dx$$
$$=(-1)^{n-1}.\pi A_0$$

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{x^n}{\sqrt{-X}}dx-\int_{a_3}^{a_4}\frac{x^n}{\sqrt{-X}}dx+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{x^n}{\sqrt{-X}}dx$$
$$=(-1^{n-1}.\pi A_1$$

. . . . . .

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{x^{n+m}}{\sqrt{-X}}dx-\int_{a_3}^{a_4}\frac{x^{n+m}}{\sqrt{-X}}dx+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{x^{n+m}}{\sqrt{-X}}dx$$
$$=(-1)^{n-1}.\pi A_{m+1}$$

Multiplicirt man diese Gleichungen der Ordnung nach mit

$$\alpha_{n+m},\quad \alpha_{n+m-1},\quad \alpha_{n+m-2},\quad \ldots\quad \alpha_1,\quad \alpha_0$$

und addirt sie dann, setzt auch der Kürze wegen

$$f(x)=\alpha_0x^{n+m}+\alpha_1x^{n+m-1}+\ldots+\alpha_{n+m-1}x+\alpha_{n+m}$$

so ergibt sich die verlangte Gleichung:

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx-\int_{a_3}^{a_4}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx \qquad \ldots(1)$$
$$=(-1)^{n-1}.\pi.[\alpha_{m+1}A_0+\alpha_mA_1+\alpha_{m-1}A_2+\ldots+\alpha_1A_m+\alpha_0A_{m+1}]$$

worin nun der Zähler $f(x)$ auf jeden beliebigen Grad $n+m$ steigen kann, und worin wie bisher $a_1<a_2<\ldots<a_{2n}$ sein muß. Die rechte Seite ist, wie man sieht, von den Coëfficienten $\alpha_{m+2}, \alpha_{m+3}, \ldots \alpha_{n+m}$ unabhängig.

Die Coëfficienten A lassen sich durch die Summen der Potenzen der a ausdrücken und successive aus einer Formel berechnen, zu welcher man auf folgende Weise gelangt.

Nimmt man von beiden Seiten der Gleichung

$$(1-a_1z)^{-\frac{1}{2}}(1-a_2z)^{-\frac{1}{2}}\ldots(1-a_{2n}z)^{-\frac{1}{2}}$$
$$=A_0+A_1z+A_2z^2+\ldots+A_\mu z^\mu+\ldots$$

den Logarithmus und differentiirt sie dann nach z, so folgt

$$\frac{a_1}{1-a_1z}+\frac{a_2}{1-a_2z}+\ldots+\frac{a_{2n}}{1-a_{2n}z}$$
$$=2.\frac{A_1+2A_2z+3A_3z^2+\ldots+\mu A_\mu z^{\mu-1}+\ldots}{A_0+A_1z+A_2z^2+\ldots+A_\mu z^\mu+\ldots}$$

und, wenn man die Brüche auf der linken Seite nach Potenzen von z entwickelt, zugleich auch allgemein

$$s_i = a_1^i + a_2^i + a_3^i + \ldots + a_{2n}^i$$

setzt, dann ergibt sich die Gleichung

$$[s_1 + s_2 z + \ldots + s_\mu z^{\mu-1} + \ldots][A_0 + A_1 z + \ldots + A_\mu z^\mu + \ldots]$$
$$= 2[A_1 + 2A_2 z + 3A_3 z^2 + \ldots + \mu A_\mu z^{\mu-1} + \ldots]$$

woraus durch Vergleichung der Coëfficienten von $z^{\mu-1}$ die Relation

$$2\mu A_\mu = s_\mu A_0 + s_{\mu-1} A_1 + s_{\mu-2} A_2 + \ldots + s_2 A_{\mu-2} + s_1 A_{\mu-1}$$

erhalten wird. Man kann daraus nach einander A_0, A_1, A_2, ... berechnen, und findet

$$A_0 = 1$$

$$A_1 = \frac{1}{2} s_1$$

$$A_2 = \frac{1}{8}(s_1^2 + 2s_2)$$

$$A_3 = \frac{1}{48}(s_1^3 + 6s_1 s_2 + 8s_3)$$

$$A_4 = \frac{1}{384}(s_1^4 + 12 s_1^2 s_2 + 32 s_1 s_3 + 12 s_2^2 + 48 s_4)$$

u. s. w. Die independente Darstellung von A_μ ist weitläufig und muß hier umgangen werden.

Übrigens kann man den Klammerausdruck, wodurch die rechte Seite der Gleichung (1) bestimmt wird, noch in anderer Weise definiren.

Da nämlich

$$z^{n+m} f\left(\frac{1}{z}\right) = \alpha_0 + \alpha_1 z + \alpha_2 z^2 + \ldots + \alpha_{m+1} z^{m+1} + \ldots + \alpha_{n+m} z^{n+m}$$

und wie vorhin

$$\frac{1}{\sqrt{(1-a_1 z)(1-a_2 z)\ldots(1-a_{2n} z)}}$$
$$= A_0 + A_1 z + A_2 z^2 + \ldots + A_{m+1} z^{m+1} + \ldots$$

so ergibt sich durch Multiplication beider Entwickelungen:

$$\frac{z^{n+m}f\left(\frac{1}{z}\right)}{\sqrt{(1-a_1z)(1-a_2z)\ldots(1-a_{2n}z)}} =$$

$$[\alpha_0+\alpha_1z+a_2z^2+\ldots+\alpha_{m+1}z^{m+1}+\ldots+\alpha_{n+m}z^{n+m}]$$

$$\times[A_0+A_1z+A_2z^2+\ldots+A_{m+1}z^{m+1}+\ldots]$$

Nun ist der Coëfficient von z^{m+1} auf der rechten Seite dieser Gleichung der Ausdruck

$$\alpha_{m+1}A_0+\alpha_mA_1+\alpha_{m-1}A_2+\ldots+\alpha_0A_{m+1}$$

welcher mit jenem der Gleichung (1) übereinstimmt und immer, unmittelbar durch die α und a ausgedrückt, aus der aufsteigenden Entwickelung der linken Seite der vorhergehenden Gleichung gefunden werden kann. Die Gleichung (1) läßt sich daher wie folgt schreiben:

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx-\int_{a_3}^{a_4}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx$$

$$=(-1)^{n-1}.\pi.\left[\frac{\alpha_0+\alpha_1z+\alpha_2z^2+\ldots+\alpha_{m+1}z^{m+1}}{\sqrt{(1-a_1z)(1-a_2z)\ldots(1-a_{2n}z)}}\right]_{z^{m+1}} \quad \ldots(2)$$

wobei in den Zähler nur diejenigen Glieder von $z^{n+m}f\left(\frac{1}{z}\right)$ aufgenommen wurden, welche bei der Ermittelung des Coëfficienten von z^{m+1} in Betracht kommen. Ist $m<-1$, so hat die rechte Seite den Werth Null.

7.

Die Anwendung der Gleichung (1), resp. (2) führt zu manchen, wie ich glaube, bis jetzt nicht bemerkten Resultaten, insbesondere auch zu Relationen zwischen den vollständigen Integralen einer Function, welche die Quadratwurzel nicht im Nenner, sondern im Zähler enthält. Ich füge einige der einfachsten Fälle hier bei.

1. Für $m=-2$, also

$$f(x)=\alpha_0x^{n-2}+\alpha_1x^{n-3}+\ldots+\alpha_{n-3}x+\alpha_{n-2}$$

erhält man wieder die Gleichung (6) des Art. 2, die sich auch ergibt, wenn $m<-2$ angenommen wird.

2. Für $m=-1$, also

$$f(x)=\alpha_0 x^{n-1}+\alpha_1 x^{n-2}+\ldots+\alpha_{n-2}x+\alpha_{n-1}$$

findet man, da $A_0=1$ ist, die Gleichung

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx-\int_{a_3}^{a_4}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx$$
$$=(-1)^{n-1}.\alpha_0\pi$$

woraus z. B. für $n=2$, $\alpha_0=-1$, $\alpha_1=a_1$ folgt:

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{dx}{\sqrt{\frac{x-a_1}{(a_2-x)(a_3-x)(a_4-x)}}}-\int_{a_3}^{a_4}\frac{dx}{\sqrt{\frac{x-a_1}{(a_2-x)(a_3-x)(a_4-x)}}}=-\pi$$

Da hierbei der Zähler $f(x)=a_1-x$ für die zwischen den Grenzen sowohl des ersten als des zweiten Integrals liegenden Werthe von x negativ ist, so mußte er unter der Form $-\sqrt{(a_1-x)^2}$ mit der Quadratwurzel, welche den Nenner bildet, vereinigt werden.

Diese Rücksicht fällt weg, wenn $n=2$, $\alpha_0=-1$, $\alpha_1=a_4$ gesetzt wird, wofür man die Gleichung

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{dx}{\sqrt{\frac{x-a_4}{(a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)}}}-\int_{a_3}^{a_4}\frac{dx}{\sqrt{\frac{x-a_4}{(a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)}}}=+\pi$$

erhält.

3. Für $m=0$, also

$$f(x)=\alpha_0 x^n+\alpha_1 x^{n-1}+\ldots+\alpha_{n-1}x+\alpha_n$$

findet man, da $A_0=1$, $A_1=\frac{1}{2}(a_1+a_2+\ldots+a_{2n})$ ist, aus (1):

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx-\int_{a_3}^{a_4}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx$$
$$=(-1)^{n-1}.\frac{\pi}{2}[\alpha_0(a_1+a_2+\ldots+a_{2n})+2\alpha_1]$$

Es sei z. B. $n=2$, $\alpha_0=+1$, $\alpha_1=-(a_1+a_2)$, $\alpha_2=a_1a_2$ also

$$f(x)=(a_1-x)(a_2-x)$$

Dieser Ausdruck ist bei dem ersten Integrale negativ, beim zweiten positiv; man kann daher das Resultat in folgender Form schreiben

$$\int_{a_1}^{a_2} dx \sqrt{-\frac{(a_1-x)(a_2-x)}{(a_3-x)(a_4-x)}} + \int_{a_3}^{a_4} dx \sqrt{-\frac{(a_1-x)(a_2-x)}{(a_3-x)(a_4-x)}}$$
$$= \frac{\pi}{2}(-a_1-a_2+a_3+a_4)$$

Ebenso ergeben sich, wenn einmal

$$\alpha_0 = +1, \quad \alpha_1 = -(a_2+a_3), \quad \alpha_2 = a_2 a_3$$

dann

$$\alpha_0 = +1, \quad \alpha_1 = -(a_1+a_4), \quad \alpha_2 = a_1 a_4$$

und

$$\alpha_0 = +1, \quad \alpha_1 = -(a_3+a_4), \quad \alpha_2 = a_3 a_4$$

gesetzt wird, die folgenden Gleichungen:

$$\int_{a_1}^{a_2} dx \sqrt{-\frac{(a_2-x)(a_3-x)}{(a_1-x)(a_4-x)}} - \int_{a_3}^{a_4} dx \sqrt{-\frac{(a_2-x)(a_3-x)}{(a_1-x)(a_4-x)}}$$
$$= \frac{\pi}{2}(-a_1+a_2+a_3-a_4)$$

ferner

$$\int_{a_1}^{a_2} dx \sqrt{-\frac{(a_1-x)(a_4-x)}{(a_2-x)(a_3-x)}} - \int_{a_2}^{a_4} dx \sqrt{-\frac{(a_1-x)(a_4-x)}{(a_2-x)(a_3-x)}}$$
$$= \frac{\pi}{2}(-a_1+a_2+a_3-a_4)$$

und

$$\int_{a_1}^{a_2} dx \sqrt{-\frac{(a_3-x)(a_4-x)}{(a_1-x)(a_2-x)}} + \int_{a_3}^{a_4} dx \sqrt{-\frac{(a_3-x)(a_4-x)}{(a_1-x)(a_2-x)}}$$
$$= \frac{\pi}{2}(-a_1-a_2+a_3+a_4)$$

Ist $n=3$ und $f(x)=(a_1-x)(a_2-x)a_3-x)$, also $\alpha_0=-1$, $\alpha_1=a_1+a_2+a_3$, so enthält die Gleichung drei Integrale, bei welchen $f(x)$ durchaus negativ bleibt. Man hat also die Gleichung

$$\int_{a_1}^{a_2} dx \sqrt{-\frac{(a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)}{(a_4-x)(a_5-x)(a_6-x)}}$$

$$-\int_{a_3}^{a_4} dx \sqrt{-\frac{(a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)}{(a_4-x)(a_5-x)(a_6-x)}}+\int_{a_5}^{a_6} dx \sqrt{-\frac{(a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)}{(a_4-x)(a_5-x)(a_6-x)}}$$

$$=\frac{\pi}{2}(-a_1-a_2-a_3+a_4+a_5+a_6)$$

Wird $n=4$ gesetzt, so folgt:

$$\int_{a_1}^{a_2} dx \sqrt{-\frac{(a_1-x)\ldots(a_4-x)}{(a_5-x)\ldots(a_8-x)}}-\int_{a_3}^{a_4} dx \sqrt{-\frac{(a_1-x)\ldots(a_4-x)}{(a_5-x)\ldots(a_8-x)}}$$

$$-\int_{a_5}^{a_6} dx \sqrt{-\frac{(a_1-x)\ldots(a_4-x)}{(a_5-x)\ldots(a_8-x)}}+\int_{a_7}^{a_8} dx \sqrt{-\frac{(a_1-x)\ldots(a_4-x)}{(a_5-x)\ldots(a_8-x)}}$$

$$=\frac{\pi}{2}(-a_1-a_2-a_3-a_4+a_5+a_6+a_7+a_8)$$

Nimmt man allgemeiner

$$f(x)=(a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_n-x)$$

also $\alpha_0=(-1)^n$, $\alpha_1=(-1)^{n-1}(a_1+a_2+\ldots+a_n)$

an, und reducirt man, wie bisher, den Ausdruck unter dem Integralzeichen auf die Quadratwurzel eines Quotienten, so ist zu berücksichtigen, daß, wenn n eine ungerade Zahl ist, $f(x)$ bei jedem der n Integrale negativ bleibt, und je zwei von dem mittelsten gleich weit entfernte Integrale gleiches Zeichen haben, daß dagegen, wenn n eine gerade Zahl bedeutet, $f(x)$ bei der ersten Hälfte der n Integrale negativ, bei der zweiten positiv bleibt und je zwei vom Anfang und Ende gleich weit abstehende Glieder dasselbe Zeichen erhalten, wie dies auch schon aus den vorangehenden Fällen für $n=2, 3, 4$ hervorgeht.

4. Für $m=+1$, also

$$f(x)=\alpha_0 x^{n+1}+\alpha_1 x^n+\ldots+\alpha_n x+\alpha_{n+1}$$

geht die rechte Seite der Gleichung (1) über in

$$\alpha_2 A_0+\alpha_1 A_1+\alpha_0 A_2$$

und man hat daher, wenn für A_0, A_1, A_2 ihre Werthe gesetzt werden, die Gleichung

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx-\int_{a_3}^{a_4}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n}}^{a_{2n-1}}\frac{f(x)}{\sqrt{-X}}dx$$

$$=(-1)^{n-1}.\frac{\pi}{8}[8\alpha_2+4\alpha_1 s_1+\alpha_0(s_1^2+2s_2)]$$

woraus z. B. für $n=2$, $\alpha_0=-1$, $\alpha_1=a_2+a_3+a_4$, $\alpha_2=-(a_2a_3+a_2a_4+a_3a_4)$ nach einigen Reductionen und wenn beachtet wird, daß $f(x)=(a_2-x)(a_3-x)(a_4-x)$ bei jedem der beiden Integrale positiv bleibt, die Formel

$$\int_{a_1}^{a_2}dx\sqrt{\frac{(a_2-x)(a_3-x)(a_4-x)}{x-a_1}}-\int_{a_3}^{a_4}dx\sqrt{\frac{(a_2-x)(a_3-x)(a_4-x)}{x-a_1}}$$

$$=\frac{\pi}{8}[(a_1-a_2-a_3-a_4)^2+2(a_1^2-a_2^2-a_3^2-a_4^2)]$$

erhalten wird.

8.

In den soeben betrachteten Fällen befindet sich unter der Wurzel eine gebrochene Function. Man kann nun aber, wie bereits im vorigen Art. angeführt wurde, zu Formeln gelangen, worin der Ausdruck unter der Wurzel eine ganze Function und zwar im Zähler ist. Die Ausdrücke rechter Hand in den Gleichungen (1) und (2) des Art. 6 lassen sich in diesem Falle, wofür $m=n$ ist, etwas näher angeben. Setzt man nämlich $f(x)=(a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_{2n}-x)$, so sind die Größen α durch die Gleichung

$$(x-a_1)(x-a_2)(x-a_3)\ldots(x-a_{2n})=$$

$$\alpha_0x^{2n}+\alpha_1x^{2n-1}+\alpha_2x^{2n-2}+\ldots+\alpha_{2n-1}x+\alpha_{2n}$$

bestimmt, aus welcher, wenn $x=\frac{1}{z}$ gesetzt wird

$$(1-a_1z)(1-a_2z)(1-a_3z)\ldots(1-a_{2n}z)=$$

$$\alpha_0+\alpha_1z+\alpha_2z^2+\ldots+\alpha_{2n}z^{2n}=z^{2n}f\left(\frac{1}{z}\right)$$

erhalten wird, so daß die Gleichung (2) des Art. 6, weil $f(x)$ innerhalb der Grenzen jedes einzelnen Integrals negativ bleibt, in die folgende

$$\int_{a_1}^{a_2} dx\sqrt{-X} - \int_{a_3}^{a_4} dx\sqrt{-X} + \ldots + (-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}} dx\sqrt{-X}$$
$$= (-1)^n \cdot \pi \cdot \left[\sqrt{(1-a_1z)(1-a_2z)\ldots(1-a_{2n}z)}\right]_{z^n} \quad \ldots(1)$$

übergeht, worin der Klammerausdruck rechter Hand den Coëfficienten von z^{n+1} in der nach steigenden Potenzen von z fortgehenden Entwickelung der Quadratwurzel bedeutet. Dieser Coëfficient ändert sich nicht, wenn man irgend ein a mit einem andern vertauscht. Da aber die Gleichung unter der Voraussetzung, daß $a_1 < a_2 < \ldots < a_{2n}$ sei, hergeleitet wurde, so darf jene Vertauschung bei den Integralen auf der linken Seite nicht vorgenommen werden. Setzt man nun

$$(1-a_1z)^{\frac{1}{2}}(1-a_2z)^{\frac{1}{2}}\ldots(1-a_{2n}z)^{\frac{1}{2}} = B_0 + B_1z + \ldots + B_\mu z^\mu + \ldots$$

und wie früher

$$(1-a_1z)^{-\frac{1}{2}}(1-a_2z)^{-\frac{1}{2}}\ldots(1-a_{2n}z)^{-\frac{1}{2}} = A_0 + A_1z + \ldots + A_\mu z^\mu + \ldots$$

so folgt zunächst mit Rücksicht auf die Gleichung (1) des Art. 6

$$B_{n+1} = \alpha_{n+1}A_0 + \alpha_nA_1 + \ldots + \alpha_1A_n + \alpha_0A_{n+1}$$

und kann also B_{n+1} mittelst der früher angegebenen Werthe der A und der vorhin bestimmten α berechnet werden.

Dieser Coëfficient läßt sich aber auch auf andere Weise finden.

Aus der für $z^{2n}f\left(\frac{1}{z}\right)$ angeführten Gleichung folgt nämlich

$$-\left[\frac{a_1}{1-a_1z} + \frac{a_2}{1-a_2z} + \ldots + \frac{a_{2n}}{1-a_{2n}z}\right]$$
$$= \frac{\alpha_1 + 2\alpha_2z + 3\alpha_3z^2 + \ldots + 2n\alpha_{2n}z^{2n-1}}{\alpha_0 + \alpha_1z + \alpha_2z^2 + \ldots + \alpha_{2n}z^{2n}}$$

und, wenn s_i die frühere Bedeutung behält, auch:

$$[s_1 + s_2z + s_3z^2 + \ldots + s_\mu z^{\mu-1} + \ldots][\alpha_0 + \alpha_1z + \alpha_2z^2 + \ldots + \alpha_{2n}z^{2n}]$$
$$= -[\alpha_1 + 2\alpha_2z + 3\alpha_3z^2 + \ldots + 2n\alpha_{2n}z^{2n-1}]$$

Es ist daher, wie Newton fand

$$\mu\alpha_\mu = -[s_\mu\alpha_0 + s_{\mu-1}\alpha_1 + s_{\mu-2}\alpha_2 + \ldots + s_1\alpha_{\mu-1}]$$

Auf gleiche Weise ergibt sich aus der Gleichung für die B die Relation

$$2\mu B_\mu = -[s_\mu B_0 + s_{\mu-1}B_1 + s_{\mu-2}B_2 + \ldots + s_1 B_{\mu-1}]$$

und man sieht daher, daß sich B_μ aus der Newton'schen Formel für α_μ oder, wenn man will, aus dem Ausdruck von Waring, welcher α_μ direct durch die s darstellt, finden läßt, wenn man $\frac{1}{2}s_\mu$, $\frac{1}{2}s_{\mu-1}, \ldots \frac{1}{2}s_1$ für $s_\mu, s_{\mu-1}, \ldots s_1$ setzt.

Es braucht übrigens kaum bemerkt zu werden, daß man B_μ auch aus A_μ erhält, wenn man darin $-s_\mu, -s_{\mu-1}, \ldots -s_1$ für $s_\mu, s_{\mu-1}, \ldots s_1$ setzt.

Um einige Anwendungen der Gleichung (1) zu zeigen, sei zunächst $n = 2$, also

$$f(x) = (a_1 - x)(a_2 - x)(a_3 - x)(a_4 - x)$$

daher

$$\alpha_0 = +1$$

$$\alpha_1 = -s_1 \quad , \quad \alpha_3 = -\frac{1}{6}(s_1^3 - 3s_1 s_2 + 2s_3)$$

$$\alpha_2 = +\frac{1}{2}(s_1^2 - s_2), \quad \alpha_4 = +\frac{1}{24}(s_1^4 - 6s_1^2 s_2 + 8s_1 s_3 + 3s_2^2 - 6s_4)$$

Hier ist $B_{n+1} = B_3$, welches aus α_3 erhalten wird, wenn man darin $\frac{1}{2}s_3$, $\frac{1}{2}s_2$, $\frac{1}{2}s_1$ für s_3, s_2, s_1 setzt, Man hat daher

$$B_3 = -\frac{1}{48}(s_1^3 - 6s_1 s_2 + 8s_3)$$

Dies vorausgesetzt ergibt sich aus der Gleichung (1), wenn die s durch die a ausgedrückt werden, nach einigen Umformungen die folgende Gleichung:

$$\int_{a_1}^{a_2} dx \sqrt{-(a_1 - x)\ldots(a_4 - x)} - \int_{a_3}^{a_4} dx \sqrt{-(a_1 - x)\ldots(a_4 - x)}$$

$$= \frac{\pi}{16}(-a_1 - a_2 + a_3 + a_4)(-a_1 + a_2 + a_3 - a_4)(-a_1 + a_2 - a_3 + a_4)$$

deren Verification für die Fälle $a_2 = a_1$, $a_4 = a_3$ leicht geschehen kann.

Es sei ferner $n = 3$, also

$$f(x) = (a_1 - x)(a_2 - x)(a_3 - x)(a_4 - x)(a_5 - x)(a_6 - x)$$

wofür $B_{n+1} = B_4$ ist, dessen Werth aus α_4 auf angegebene Weise gefunden wird. Man erhält

$$B_4 = \frac{1}{384}[s_1^4 - 12s_1^2s_2 + 32s_1s_3 + 12s_2^2 - 48s_4]$$

und für die zweite Seite der Gleichung (1) den Ausdruck

$$-\pi B_4$$

In dieser Darstellung erscheint nun B_4 allerdings als eine symmetrische, sehr zusammengesetzte Function der a, bei deren näherer Entwickelung sehr viele Glieder sich gegenseitig aufheben, aber es bleiben gleichwohl noch 126 verschiedene Glieder übrig. Ihre Summe läßt sich auf mehrere Arten durch einfachere Producte darstellen; die Form, in welcher nur die Summe und die Differenz der Grenzen jedes einzelnen Integrals vorkommen, ist wohl die einfachste. Wird diese Form gewählt, so erhält man aus (1) die folgende Gleichung

$$\int_{a_1}^{a_2} dx \sqrt{-(a_1-x)\ldots(a_6-x)} - \int_{a_3}^{a_4} dx \sqrt{-(a_1-x)\ldots(a_6-x)}$$

$$+ \int_{a_5}^{a_6} dx \sqrt{-(a_1-x)\ldots(a_6-x)}$$

$$= -\frac{\pi}{128}[(a_1-a_2)^2 + (a_3-a_4)^2 + (a_5-a_6)^2]^2$$

$$+ \frac{\pi}{64}(a_1-a_2)^2[(a_1-a_2)^2 + 2(a_1+a_2-a_3-a_4)(a_1+a_2-a_5-a_6)]$$

$$+ \frac{\pi}{64}(a_3-a_4)^2[(a_3-a_4)^2 + 2(a_3+a_4-a_5-a_6)(a_3+a_4-a_1-a_2)]$$

$$+ \frac{\pi}{64}(a_5-a_6)^2[(a_5-a_6)^2 + 2(a_5+a_6-a_1-a_2)(a_5+a_6-a_3-a_4)]$$

Um sich von der Richtigkeit dieses Resultats in besonderen Fällen zu überzeugen, kann man z. B. $a_4 = a_3$ und $a_6 = a_5$ setzen, wofür sich die linke Seite auf das erste Integral reducirt, welches unbestimmt berechnet werden kann.

Es ist leicht, eine Formel auch für den Fall zu finden, in welchem außer der Quadratwurzel noch eine ganze Function als Factor unter dem Integralzeichen vorkommt. Die Gleichung (2) des

Art. 6 führt unmittelbar hierzu. Man kann nämlich die rechte Seite derselben in der Form

$$(-1)^{n-1}.\pi.\left[\frac{z^{n+m}f(\frac{1}{z})}{\sqrt{(1-a_1z)(1-a_2z)\ldots(1-a_{2n}z)}}\right]_{z^{m+1}}$$

schreiben und, da $f(x)$ eine beliebige ganze Function bedeutet, dafür $(a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_{2n}-x).f(x)$ setzen, wobei nunmehr $f(x)$ eine ganze Function vom r. Grade und zwar

$$f(x) = \beta_0x^r + \beta_1x^{r-1} + \beta_2x^{r-2} + \ldots + \beta_{r-1}x + \beta_r$$

sein soll, so daß

$$m+n = 2n+r, \quad m = n+r$$

wird. In Folge dieser Annahme tritt an die Stelle des Zählers $z^{n+m}f(\frac{1}{z})$ der Ausdruck

$$z^{2n+r}.\left(a_1-\frac{1}{z}\right)\left(a_2-\frac{1}{z}\right)\ldots\left(a_{2n}-\frac{1}{z}\right)f(\frac{1}{z})$$

oder, was dasselbe ist:

$$(1-a_1z)(1-a_2z)\ldots(1-a_{2n}z)[\beta_0+\beta_1z+\beta_2z^2+\ldots+\beta_rz^r]$$

und ergibt sich für die rechte Seite der erwähnten Gleichung die Formel

$$(-1)^{n-1}.\pi\left[(\beta_0+\beta_1z+\ldots+\beta_rz^r)\sqrt{(1-a_1z)(1-a_2z)\ldots(1-a_{2n}z)}\right]_{z^{n+r+1}}$$

Was nun ferner die Integrale auf der linken Seite betrifft, so ist zu berücksichtigen, daß, wenn für $f(x)$ die angegebene Substitution gemacht wird, unter jedem Integralzeichen der Ausdruck

$$\frac{Xf(x)}{\sqrt{-X}}dx$$

entsteht, wofür, weil X zwischen jedem Grenzintervall von x negativ bleibt, $-f(x)\sqrt{-X}dx$ zu zetzen ist.

Hiernach geht die Gleichung (2) des Art. 6 über in die folgende:

$$\int_{a_1}^{a_2} f(x)\sqrt{-X}.dx - \int_{a_3}^{a_4} f(x)\sqrt{-X}.dx + \ldots + (-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}} f(x)\sqrt{-X}.dx \quad \ldots (2)$$

$$= (-1)^n.\pi\left[(\beta_0+\beta_1 z+\ldots+\beta_r z^r)\sqrt{(1-a_1z)(1-a_2z)\ldots(1-a_{2n}z)}\right]_{z^{n+r+1}}$$

wobei, wie bemerkt:

$$f(x) = \beta_0 x^r + \beta_1 x^{r-1} + \ldots + \beta_r$$
$$X = (a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_{2n}-x)$$

ist und r jede positive ganze Zahl bezeichnen kann. Die Gleichung (1) ist, wie man sieht, durch (2) wesentlich verallgemeinert.

Wird, um ein Beispiel anzuführen, $n=2$, $r=1$, $\beta_0=1$, $\beta_1=0$ gesetzt, so erscheint die linke Seite in der Form

$$\pi\left[\sqrt{(1-a_1z)\ldots(1-a_4z)}\right]_{z^4} = \pi B_4$$

wobei B_4 aus der früher durch $s_1, \ldots s_4$ und weiterhin durch die a ausgedrückten Formel ohne weitere Rechnung erhalten wird, wenn man darin $a_5 = a_6 = 0$ setzt. Es folgt daher die Gleichung

$$\int_{a_1}^{a_2} x\sqrt{-(a_1-x)\ldots(a_4-x)}.dx - \int_{a_3}^{a_4} x\sqrt{-(a_1-x)\ldots(a_4-x)}.dx$$

$$= -\frac{\pi}{128}(a_1-a_2+a_3-a_4)^2(a_1-a_2-a_3+a_4)^2$$

$$+\frac{\pi}{32}(-a_1-a_2+a_3+a_4)\left[(a_1+a_2)(a_1-a_2)^2+(a_3+a_4)(a_3-a_4)^2\right]$$

Für größere Werthe von n und r tritt in dem algebraischen Theil der Gleichung (2) eine rasch wachsende Complication ein.

9.

Die Erhöhung des Grades der Function $f(x)$ im Zähler der Integrale wurde im Art. 6 nur für den Fall bewirkt, daß im Nenner außer der Quadratwurzel kein veränderlicher Factor vorkomme. Ist ein solcher Factor vorhanden, so kann jene Erhöhung immer noch, und zwar auf die frühere Art, wenigstens in dem Falle geschehen, wenn derselbe eine ganze Function ist, deren Wurzeln insgesammt größer als die Wurzeln a von $R(x)$ sind.

Dies läßt sich wie folgt zeigen. Aus der Gleichung (5) des Art. 5, welche gilt, wenn $b_1, b_2, \ldots b_s$ größer als a_{2n} sind, ergibt sich

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}}-\int_{a_3}^{a_4}\frac{dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}}+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}}$$

$$=(-1)^n.\pi.\left[\frac{1}{F'(b_1)\sqrt{R(b_1)}}+\frac{1}{F'(b_2)\sqrt{R(b_2)}}+\ldots+\frac{1}{F'(b_s)\sqrt{R(b_s)}}\right]$$

worin

$$F(x)=(b_1-x)(b_2-x)\ldots(b_s-x)$$

Wird $s+1$ für s und $b_{s+1}=\frac{1}{z}$ gesetzt, so gestattet die Bedingung, unter welcher die Gleichung gilt, daß z ein beliebig kleiner Werth beigelegt werde, und tritt

$$\frac{1}{z}(1-zx)F(x) \qquad \text{an die Stelle von } F(x)$$

ferner

$$\frac{1}{z}(1-zx)F'(x)-F(x) \quad \text{an die Stelle von } F'(x)$$

Die Gleichung verwandelt sich daher, wenn vorübergehend der Abkürzung wegen

$$\xi=F(x)\sqrt{-R(x)}, \qquad \beta_\sigma=F'(b_\sigma)\sqrt{R(b_\sigma)}$$

gesetzt wird, in die folgende.

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{dx}{(1-zx)\xi}-\int_{a_3}^{a_4}\frac{dx}{(1-zx)\xi}+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{dx}{(1-zx)\xi}$$

$$=(-1)^n.\pi.\left\{\frac{1}{(1-b_1z)\beta_1}+\frac{1}{(1-b_2z)\beta_2}+\ldots+\frac{1}{(1-b_sz)\beta_s}\right\}$$

$$+\frac{(-1)^{n-1}.\pi}{zF(\frac{1}{z})\sqrt{R(\frac{1}{z})}}$$

deren letztes Glied rechts offenbar auch in der Form

$$\frac{(-1)^{n+s-1}.\pi.z^{n+s-1}}{(1-b_1z)(1-b_2z)\ldots(1-b_sz).\sqrt{(1-a_1z)(1-a_2z)\ldots(1-a_{2n}z)}}$$

geschrieben werden kann. Den Bruch nun, welcher diesen Nenner und die Einheit zum Zähler hat, denke man sich nach aufsteigenden Potenzen von z entwickelt und bezeichne den Coëfficienten von z^μ mit C_μ, setze also

$$C_\mu = \left[\frac{1}{(1-b_1z)(1-b_2z)\ldots(1-b_sz)\cdot\sqrt{(1-a_1z)(1-a_2z)\ldots(1-a_{2n}z)}}\right]_{z^\mu}$$

In der, nach allen diesen Veränderungen entstehenden Gleichung

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{dx}{(1-zx).\xi} - \int_{a_3}^{a_4}\frac{dx}{(1-zx).\xi} + \ldots + (-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{dx}{(1-zx).\xi}$$

$$= (-1)^n.\pi.\left\{\frac{1}{(1-b_1z).\beta_1} + \frac{1}{(1-b_2z).\beta_2} + \ldots + \frac{1}{(1-b_sz).\beta_s}\right\}$$

$$+(-1)^{n+s-1}.\pi.\left\{C_0z^{n+s-1} + C_1z^{n+s} + C_2z^{n+s+1} + \ldots + C_{m+1}z^{n+s+m} + \ldots\right\}$$

denke man sich jetzt auch alle übrigen z enthaltenden Brüche aufsteigend entwickelt und die Coëfficienten der gleich hohen Potenzen von z beiderseits einander gleich gesetzt. Die Potenzen z^0, z^1, ... z^{n+s-2} liefern Gleichungen, welche die Größen C nicht enthalten; letztere treten erst auf, wenn die Potenzen z^{n+s-1}, z^{n+s}, ... z^{n+s+m} in Betracht gezogen werden. Die Gleichung

$$\int_{a_1}^{a_2}x^\lambda.\frac{dx}{\xi} - \int_{a_3}^{a_4}x^\lambda.\frac{dx}{\xi} + \ldots + (-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}x^\lambda.\frac{dx}{\xi}$$

$$= (-1)^n.\pi.\left[\frac{b_1^\lambda}{\beta_1} + \frac{b_2^\lambda}{\beta_2} + \ldots + \frac{b_s^\lambda}{\beta_s}\right]$$

gilt also für $\lambda = 0, 1, 2, \ldots n+s-2$, und die Gleichung

$$\int_{a_1}^{a_2}x^{n+s+\varkappa-1}.\frac{dx}{\xi} - \int_{a_3}^{a_4}x^{n+s+\varkappa-1}.\frac{dx}{\xi} + \ldots + (-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}x^{n+s+\varkappa-1}.\frac{dx}{\xi}$$

$$= (-1)^n.\pi.\left[\frac{b_1^{n+s+\varkappa-1}}{\beta_1} + \frac{b_2^{n+s+\varkappa-1}}{\beta_2} + \ldots + \frac{b_s^{n+s+\varkappa-1}}{\beta_s}\right] + (-1)^{n+s-1}.\pi.C_\varkappa$$

gilt für $\varkappa = 0, 1, 2, 3, \ldots$

Die erste Gleichung multiplicire man mit $\alpha_{m+n+s-\lambda}$, die zweite mit $\alpha_{m-\varkappa+1}$, setze dann in der erstern für λ nach einander die Zahlen

$0, 1, 2, \ldots n+s-2$, in der letztern für x die Zahlen $0, 1, 2, \ldots m+1$ und addire hierauf die erhaltenen Gleichungen. Unter dem Integralzeichen entsteht dabei der Ausdruck

$$f(x)=\alpha_0 x^{m+n+s}+\alpha_1 x^{m+n+s-1}+\alpha_2 x^{m+n+s-2}+\ldots+\alpha_{m+n+s-1}x+\alpha_{m+n+s}$$

und aus den Zählern rechter Hand entstehen die Ausdrücke $f(b_1)$, $f(b_2), \ldots f(b_s)$.

Die Größen C aber vereinigen sich zu der Summe

$$\alpha_{m+1} C_0+\alpha_m C_1+\alpha_{m-1} C_2+\ldots+\alpha_0 C_{m+1}$$

die sich in anderer Weise bestimmen läßt. Da nämlich

$$z^{m+n+s} f\left(\frac{1}{z}\right)=\alpha_0+\alpha_1 z+\alpha_2 z^2+\ldots+\alpha_{m+n+s} z^{m+n+s}$$

und

$$\frac{1}{(1-b_1 z)(1-b_2 z)\ldots(1-b_s z)\sqrt{(1-a_1 z)(1-a_2 z)\ldots(1-a_{2n} z)}}$$
$$=C_0+C_1 z+C_2 z^2+\ldots+C_{m+1} z^{m+1}+\ldots$$

so ergibt sich, wenn man beide Gleichungen mit einander multiplicirt, rechter Hand der Ausdruck

$$[\alpha_0+\alpha_1 z+\ldots+\alpha_{m+1} z^{m+1}+\ldots+\alpha_{m+n+s} z^{m+n+s}]$$
$$\times[C_0+C_1 z+\ldots+C_{m+1} z^{m+1}+\ldots]$$

und wenn man hieraus den Coëfficienten von z^{m+1} sucht:

$$\alpha_{m+1} C_0+\alpha_m C_1+\alpha_{m-1} C_2+\ldots+\alpha_0 C_{m+1}$$

welcher mit der in Frage stehenden Klammergröße übereinkommt. Es ist daher

$$\alpha_{m+1} C_0+\alpha_m C_1+\alpha_{m-1} C_2+\ldots+\alpha_0 C_{m+1}$$
$$=\left[\frac{\alpha_0+\alpha_1 z+\alpha_2 z^2+\ldots+\alpha_{m+1} z^{m+1}}{(1-b_1 z)(1-b_2 z)\ldots(1-b_s z)\cdot\sqrt{(1-a_1 z)(1-a_2 z)\ldots(1-a_{2n} z)}}\right]_{z^{m+1}}$$

wobei in den Zähler nur die Glieder von $z^{m+n+s} f\left(\frac{1}{z}\right)$ aufgenommen wurden, welche auf die Bestimmung des bezeichneten Coëfficienten Einfluß haben.

Das Resultat dieser Betrachtung besteht daher, wenn ξ und die β durch ihre Werthe ersetzt werden, in der Gleichung

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}}-\int_{a_3}^{a_4}\frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}}+\ldots+(-1)^{n-1}\int_{a_{2n-1}}^{a_{2n}}\frac{f(x)\,dx}{F(x)\sqrt{-R(x)}}$$

$$=(-1)^n\pi\cdot\left\{\frac{f(b_1)}{F'(b_1)\sqrt{R(b_1)}}+\frac{f(b_2)}{F'(b_2)\sqrt{R(b_2)}}+\ldots+\frac{f(b_s)}{F'(b_s)\sqrt{R(b_s)}}\right\}\quad\ldots(1)$$

$$+(-1)^{n+s-1}\pi\cdot\left[\frac{\alpha_0+\alpha_1 z+\alpha_2 z^2+\ldots+\alpha_{m+1}z^{m+1}}{(1-b_1z)(1-b_2z)\ldots(1-b_sz)\cdot\sqrt{(1-a_1z)(1-a_2z)\ldots(1-a_{2n}z)}}\right]_{z^{m+1}}$$

in welcher $f(x)$, $F(x)$ und $R(x)$ die angegebene Bedeutung haben und $b_1, b_2, \ldots b_s$ insgesammt größer als a_{2n} sein müssen. Der Grad von $f(x)$ kann, wie man sieht, jeden endlichen Werth $m+n+s$ haben, wobei m auch negativ sein darf. Ist nun aber

$$-(n+s)\leqq m\leqq -2$$

so hat der zweite Theil der rechten Seite den Werth Null. Die Zahlen n und s können, wie sich von selbst versteht, nur positiv sein. Ist $s=0$, reducirt sich also $F(x)$ auf die Einheit, so hat der erste Theil der rechten Seite Null zum Werth. Dann geht C_μ in A_μ über und erhält man wieder die Gleichung (1) resp. (2) des Art. 6.

Es sei, um eine Anwendung zu zeigen,

$$f(x)=(a_1-x)(a_2-x)\quad\text{also}\quad m+n+s=2$$

ferner sei $n=2$, $s=1$, folglich $m=-1$, $F(x)=b-x$, $b_1=b$.

Da $m+1=0$ und $\alpha_0=+1$, so reducirt sich das letzte Glied der Gleichung (1) auf $+\pi$. Offenbar bleibt $f(x)$ bei dem ersten Integral beständig negativ, bei dem zweiten positiv, und man erhält daher, wenn, wie immer, die Quadratwurzel positiv genommen wird, die folgende Gleichung

$$\int_{a_1}^{a_2}\frac{dx}{b-x}\sqrt{-\frac{(a_1-x)(a_2-x)}{(a_3-x)(a_4-x)}}+\int_{a_3}^{a_4}\frac{dx}{b-x}\sqrt{-\frac{(a_1-x)(a_2-x)}{(a_3-x)(a_4-x)}}$$

$$=\pi\cdot\left[-1+\sqrt{\frac{(a_1-b)(a_2-b)}{(a_3-b)(a_4-b)}}\right],\quad b>a_4$$

Es sei weiter $f(x)=(a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)$, also $m+n+s=3$, dann $n=3$, $s=1$, somit $m=-1$, $F(x)=b-x$, $b_1=b$ wie vorhin. In der Gleichung (1) bleibt $f(x)$ bei allen drei Integralen negativ; man findet daher

$$\int_{a_1}^{a_2} \frac{dx}{b-x} \sqrt{-\frac{(a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)}{(a_4-x)(a_5-x)(a_6-x)}}$$

$$-\int_{a_3}^{a_4} \frac{dx}{b-x} \sqrt{-\frac{(a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)}{(a_4-x)(a_5-x)(a_6-x)}} + \int_{a_5}^{a_6} \frac{dx}{b-x} \sqrt{-\frac{(a_1-x)(a_2-x)(a_3-x)}{(a_4-x)(a_5-x)(a_6-x)}}$$

$$= \pi \cdot \left[-1 + \sqrt{\frac{(a_1-b)(a_2-b)(a_3-b)}{(a_4-b)(a_5-b)(a_6-b)}} \right], \qquad b > a_6$$

Ähnlich wie in einem, Art. 7 betrachteten Fall kann auch die, den Annahmen $f(x) = (a_1-x)(a_2-x)\ldots(a_n-x)$, $F(x) = b-x$, also $s=1$, $m=-1$, $\alpha_0 = (-1)^n$ entsprechende Gleichung erhalten werden. Dabei ist allein zu berücksichtigen, daß, wenn n eine ungerade Zahl bedeutet, $f(x)$ bei jedem der n Integrale das negative Zeichen behält und jedesmal die beiden vom mittelsten gleich entfernten Integrale das nämliche Zeichen haben, daß dagegen, wenn n gerade ist, $f(x)$ bei der ersten Hälfte der Integrale negativ, bei der zweiten positiv bleibt und die vom Anfang und Ende gleichweit abstehenden Glieder gleiches Zeichen erhalten.

In der Gleichung (1) sei ferner

$f(x) = (a_1-x)(a_2-x)a_3-x)(a_4-x)$, $F(x) = b-x$, $n=2$, $s=1$

also $m+n+s=4$, $m=+1$, $b_1 = b$. Das letzte Glied rechts ist dann

$$\left[\frac{1}{1-bz} \cdot \sqrt{(1-a_1z)\ldots(1-a_4z)} \right]_{z^2} = b^2B_0 + bB_1 + B_2$$

wenn die B die Bedeutung wie im Art. 8 haben, wonach

$$B_0 = 1, \quad B_1 = -\frac{1}{2}s_1, \quad B_2 = \frac{1}{8}(s_1^2 - 2s_2)$$

daher

$$b^2B_0 + bB_1 + B_2 = \frac{1}{8}(s_1^2 - 2s_2) + b\left(b - \frac{1}{2}s_1\right)$$

ist. Aus (1) folgt somit die Gleichung

$$\int_{a_1}^{a_2} \frac{dx}{b-x} \cdot \sqrt{-(a_1-x)\ldots(a_4-x)} - \int_{a_3}^{a_4} \frac{dx}{b-x} \cdot \sqrt{-(a_1-x)\ldots(a_4-x)}$$

$$= \frac{\pi}{2} \cdot b \cdot [a_1 + a_2 + a_3 + a_4 - 2b]$$

$$+ \frac{\pi}{8} \cdot \left[(a_1-a_2)^2 + (a_3-a_4)^2 - 2(a_1+a_2)(a_3+a_4) + 8\sqrt{(a_1-b)\ldots(a_4-b)} \right]$$

Diese und die weiter oben angeführten Beispiele, deren Zahl sich leicht vermehren ließe, reichen hin, um die Anwendung der aufgestellten linearen Relationen zu zeigen. Das Folgende wird sich mit dem zweiten Theile der in der Einleitung bezeichneten Aufgabe, nämlich mit den Gleichungen zwischen nichtlinearen rationalen Verbindungen Abel'scher Integrale beschäftigen.

10.

Die bekannten Gleichungen zwischen Producten vollständiger Abel'scher Integrale verschiedener Gattung sind nicht auf gemeinschaftlichem Wege gefunden worden. Der Ausgangspunct, welchen Herr Weierstraß (Programm des kathol. Gymnasiums zu Braunsberg, 1849) gewählt hat, um die Werthe zweier, aus Abel'schen Integralen zusammengesetzter Doppelintegrale zu bestimmen, ist mir wegen seiner Einfachheit und weil er direct zum Ziele führt, als besonders bemerkenswerth erschienen. Er beruht auf der, wie ich glaube, zuerst von Abel (Oeuvres compl. T. II. p. 54) und später auch von Jacobi benutzten Bemerkung, daß, wenn X_1 dieselbe ganze rationale Function von x_1, wie X_2 von x_2 ist, und x_1, x_2 zwei von einander unabhängige Veränderliche sind, die rechte Seite der Gleichung

$$\frac{1}{\sqrt{X_1}}\cdot D_{x_2}\frac{\sqrt{X_2}}{x_1-x_2}-\frac{1}{\sqrt{X_2}}\cdot D_{x_1}\frac{\sqrt{X_1}}{x_2-x_1}$$
$$=\frac{1}{(x_2-x_1)^2\sqrt{X_1X_2}}\left[X_2-X_1+\frac{x_1-x_2}{2}(X_1'+X_2')\right]$$

wobei

$$X_1'=\frac{dX_1}{dx_1},\qquad X_2'=\frac{dX_2}{dx_2}$$

ist, sich, abgesehen von $\sqrt{X_1X_2}$, auf eine ganze rationale Function von x_1, x_2, reducirt, der Ausdruck in der eckigen Klammer also durch $(x_2-x_1)^2$ theilbar ist. Wird nämlich $X_1=f(x_1)$, $X_2=f(x_2)$ gesetzt, so hat man

$$X_2=f(x_1+(x_2-x_1))=X_1+(x_2-x_1)X_1'+\ldots+\frac{(x_2-x_1)^\mu}{\mu!}X_1^{(\mu)}+\ldots$$

$$X_2'=f'(x_1+(x_2-x_1))=X_1'+(x_2-x_1)X_1''+\ldots+\frac{(x_2-x_1)^\mu}{\mu!}X_1^{(\mu+1)}+\ldots$$

woraus

$$X_2 - X_1 = (x_2 - x_1)X_1' + \frac{(x_2-x_1)^2}{2!}X_1'' + \ldots + \frac{(x_2-x_1)^\mu}{\mu!}X_1^{(\mu)} + \cdots$$

$$\frac{x_2-x_1}{2}(X_1' + X_2') = (x_2-x_1)X_1' + \frac{(x_2-x_1)^2}{2}X_1'' + \ldots + \frac{(x_2-x_1)^\mu}{2.(\mu-1)!}X_1^{(\mu)} + \cdots$$

und durch Subtraction dieser beiden Gleichungen

$$X_2 - X_1 + \frac{x_1-x_2}{2}(X_1' + X_2') =$$

$$-\frac{1}{2}\left[\frac{(x_2-x_1)^3}{3!}X_1''' + \frac{2(x_2-x_1)^4}{4!}X_1'''' + \ldots + \frac{(\mu-2)(x_2-x_1)^\mu}{\mu!}X_1^{(\mu)} + \ldots\right]$$

folgt. Der von Herrn Weierstraß eingeschlagene Weg ist nun, in beinahe ganz gleicher Weise wie auf doppelte, auch auf vielfache Integrale anwendbar.

Es seien $x_1, x_2, \ldots x_{2m}$ von einander unabhängige Veränderliche, r und s irgend zwei Zahlen aus der Reihe $1, 2, \ldots 2m$, und X_r dieselbe ganze rationale Function von x_r wie X_s von x_s. Ferner sei

$$P_{r,s} = \frac{1}{\sqrt{X_r}} D_{x_s} \frac{\sqrt{X_s}}{x_r - x_s} - \frac{1}{\sqrt{X_s}} D_{x_r} \frac{\sqrt{X_r}}{x_s - x_r}$$
$$= \frac{1}{2\sqrt{X_r X_s}} \cdot \frac{2(X_s - X_r) + (x_r - x_s)(X_r' + X_s')}{(x_r - x_s)^2} \quad \ldots(1)$$

wobei offenbar die Gleichungen

$$P_{s,r} = -P_{r,s} \quad \text{und} \quad P_{r,r} = 0 \quad \ldots(2)$$

stattfinden. Aus diesen Größen P setze man nun den von Jacobi bei der Darstellung der Pfaff'schen Integrationsmethode angewendeten, von Cayley mit dem Namen Pfaffian bezeichneten Ausdruck zusammen, welcher die Summe von $1.3.5\ldots.(2m-1)$ Producten ist, deren jedes aus m Factoren besteht, und für deren Bildung Jacobi (Journal von Crelle, B. 29. S. 237) eine Vorschrift gegeben hat, die mit dem Folgenden übereinkommt.

In dem Product

$$P_{1,2}P_{3,4}P_{5,6}\ldots P_{2m-1,2m}$$

lasse man den ersten Index an seiner Stelle, die $2m-1$ letzten Indices $2, 3, 4, \ldots . 2m-1, 2m$ dagegen in der Weise einen Cyclus durchlaufen, daß sie nacheinander in der Anordnung

$1,2,3,\ldots 2m;\ 1,3,4,\ldots 2m,2;\ 1,4,5,\ldots 2m,2,3;\ldots 1,2m,2,3,\ldots 2m-1$

erscheinen und also, paarweise genommen, die Indices der Factoren von $2m-1$ verschiedenen Producten liefern.

Aus jedem dieser Producte werden wieder neue dadurch abgeleitet, daß man, während je die 3 ersten Indices an ihrer Stelle bleiben, die $2m-3$ folgenden in gleicher Weise wie vorhin cyclisch permutirt, bis wieder die ursprüngliche Anordnung der Indices eintritt, und daher statt des einen Products $2m-3$ Producte, also im Ganzen deren $(2m-1)(2m-3)$ sich ergeben. In jedem dieser behalte man nunmehr die 5 ersten Indices als solche bei und lasse die $2m-5$ folgenden wieder einen Cyclus durchlaufen, so daß statt des einen Products $2m-5$, also im Ganzen $(2m-1)(2m-3)(2m-5)$ Producte erhalten werden. Sofort lasse man in jedem dieser die 7 ersten Indices fest und permutire die übrigen $2m-7$ cyclisch wie vorhin, u. s. w.

Ist dies Verfahren so weit fortgesetzt worden bis die Anzahl aller Producte $(2m-1)(2m-3)(2m-5)\ldots 5$ beträgt, so behalte man bei jedem derselben die $2m-3$ ersten Indices an ihrer Stelle und lasse bei den 3 letzten die cyclische Versetzung eintreten; statt des einen Products hat man dann 3, also im Ganzen $(2m-1).(2m-3)\ldots 5.3$. Producte, deren Aggregat nun den in Rede stehenden Ausdruck darstellt.

Bezeichnet man denselben[1]) mit $P_{(1,2,3,\ldots 2m)}$, so ergeben sich z. B. für $m=2$ und $m=3$ die folgenden Formeln.

$$P_{(1,2,3,4)} = P_{1,2}P_{3,4} + P_{1,3}P_{4,2} + P_{1,4}P_{2,3} \quad \ldots(3)$$

$$\begin{aligned} P_{(1,2,3,4,5,6)} = {} & P_{1,2}P_{3,4}P_{5,6} + P_{1,2}P_{3,5}P_{6,4} + P_{1,2}P_{3,6}P_{4,5} \\ & + P_{1,3}P_{4,5}P_{6,2} + P_{1,3}P_{4,6}P_{2,5} + P_{1,3}P_{4,2}P_{5,6} \\ & + P_{1,4}P_{5,6}P_{2,3} + P_{1,4}P_{5,2}P_{3,6} + P_{1,4}P_{5,3}P_{6,2} \quad \ldots(4) \\ & + P_{1,5}P_{6,2}P_{3,4} + P_{1,5}P_{6,3}P_{4,2} + P_{1,5}P_{6,4}P_{2,3} \\ & + P_{1,6}P_{2,3}P_{4,5} + P_{1,6}P_{2,4}P_{5,2} + P_{1,6}P_{2,5}P_{3,4} \end{aligned}$$

[1]) Diese Bezeichnung ist nicht die übliche, welche blos in $(1, 2, \ldots 2m)$ besteht, aber nicht mehr hinreicht, wenn, wie dies später der Fall sein wird, mehrere Ausdrücke dieser Art zu betrachten sind, die zwar nach demselben Gesetz aber aus verschiedenen Elementen $P_{r,s}$, $A_{r,s}$, ... gebildet werden.

Die in der ersten Verticalreihe stehenden Glieder werden aus $P_{1,2}\ P_{3,4}\ P_{5,6}$ durch cyclische Versetzung der Indices 2, 3, 4, 5, 6 erhalten; die Glieder der obern Horizontalreihe ergeben sich, wenn in dem ersten derselben die Indices 1, 2, 3 in unveränderter Stellung bleiben, die folgenden 4, 5, 6 aber einen Cyclus durchlaufen. In gleicher Weise findet man die Glieder der folgenden Horizontalreihen.

Von den bekannten Eigenschaften des hierdurch bestimmten Ausdrucks $P_{(1,2,3,\ldots 2m)}$ ist für die gegenwärtige Betrachtung diejenige von besonderer Wichtigkeit, daß derselbe sein Zeichen, nicht aber seinen Werth ändert, wenn irgend einer der $2m$ Indices mit einem andern vertauscht wird, und daß er verschwindet, wenn irgend zwei Indices einander gleich gesetzt werden.

Diese Eigenschaft, welche blos die Gleichungen (2) zur Voraussetzung hat, und sich z. B. in (3) und (4) leicht bewährt, wurde von Jacobi in der vorhin genannten Abhandlung erwähnt und später auf verschiedene Arten bewiesen (S. Brioschi: La Teorica dei Determinanti, p. 59 und Baltzer: Theorie und Anwendung der Determinanten 1870, S. 59); sie muß hier als bekannt vorausgesetzt werden.

Haben nun die Größen P die in (1) festgesetzte Bedeutung, so wird man durch deren Substitution eine Gleichung von der Form

$$P_{(1,2,3,\ldots 2m)} = \frac{T}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m}}} \qquad \ldots(5)$$

erhalten, worin T eine ganze rationale Function der Veränderlichen $x_1, x_2, \ldots x_{2m}$ bezeichnet. In T kann keine dieser Veränderlichen den $n-2$. Grad übersteigen, wenn n den Grad der X bedeutet, und es ist daher T rücksichtlich aller x höchstens von $m(n-2)$. Grade.

In Folge der Gleichung (5) muß T, wie der Ausdruck linker Hand, sein Zeichen ändern, wenn x_r mit x_s vertauscht wird und es muß $T=0$ werden, wenn man $x_r = x_s$ setzt, unter r, s wie bisher irgend zwei Zahlen aus der Reihe 1, 2, $\ldots 2m$ verstanden. Es ist daher T eine alternirende Function der $2m$ Veränderlichen, welche nach einem bekannten, leicht zu erweisenden Satz durch das Product aller Differenzen der Größen $x_1, x_2, \ldots x_{2m}$ und einer symmetrischen ganzen Function dieser Größen dargestellt werden kann. Setzt man

$$\begin{aligned}\Delta = (x_2-x_1)\,(x_3-x_1)\,(x_4-x_1)\ldots(x_{2m}-x_1)\\ (x_3-x_2)\,(x_4-x_2)\ldots(x_{2m}-x_2)\\ (x_4-x_3)\ldots(x_{2m}-x_3)\\ \cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\\ (x_{2m}-x_{2m-1})\end{aligned} \qquad \ldots(6)$$

und bezeichnet mit S jene symmetrische Function, so findet hiernach die Gleichung

$$T = \Delta . S \qquad \ldots(7)$$

statt. Wie man S vermittelst einer allgemeinen Formel aus T und Δ finden könne, hat Jacobi in der Abhandlung: De functionibus alternantibus...(Journal von Crelle, B. 22) gezeigt. Hier genügt es zunächst, den Grad der Function S zu bestimmen. Offenbar ist Δ vom Grade

$$1+2+3+\ldots+(2m-1) = m(2m-1)$$

und da T, wie bemerkt, höchstens von $m(n-2)$. Grade ist, so sieht man, daß S als Function von $x_1, x_2, \ldots x_{2m}$ den durch die Differenz

$$m(n-2)-m(2m-1) = m(n-2m-1) \qquad \ldots(8)$$

bestimmten Grad nicht übersteigen kann, so lange diese Differenz positiv ist.

Da nun S nur als ganze Function der Veränderlichen bestehen kann, so ist, wie sich hieraus ergibt, erforderlich, daß

$$n > 2m+1$$

sei, damit sich S symmetrisch durch $x_1, x_2, \ldots x_{2m}$ darstellen lasse.

Ist aber

$$n = 2m+1$$

so ist S vom nullten Grade, also eine Constante, die man, wie später gezeigt werden wird, allgemein bestimmen kann.

Für

$$n < 2m+1$$

wird der Ausdruck (8) negativ; da aber S keine gebrochene Function sein kann und der Bedingung, daß T für $x_r = x_s$ verschwinde, immer entsprochen werden muß, so bleibt nichts anderes übrig, als daß T identisch verschwinde, daß also in diesem Falle $S = 0$ sei.

11.

Die wirkliche Berechnung von S, welche die Kenntniß von T voraussetzt, ist immer umständlich, auch wenn man sich dazu der Formel von Jacobi bedient. Was nun T betrifft, so ist es leicht diese Function in einer näher entwickelten Form anzugeben und zu bestimmen, welche Glieder der Gleichung

$$X=(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_n)$$

resp.

$$X=x^n-\alpha_1x^{n-1}+\alpha_2x^{n-2}+\ldots+(-1)^{n-i}\alpha_{n-i}x^i+\ldots+(-1)^n\alpha_n$$

worin die a reell oder imaginär sein können, bei der Berechnung zu berücksichtigen sind.

T besteht, wie der Ausdruck $P_{(1,2,\ldots 2m)}$, aus einer Summe von Producten, deren jedes m Factoren enthält. Es sei $\frac{1}{2}A_{r,s}$ derjenige dieser Factoren, in welchem die Veränderlichen x_r, x_s vorkommen; dann ist offenbar

$$A_{r,s}=\sum_{i=3}^{i=n}(-1)^{n-i}\alpha_{n-i}\cdot\frac{2(-x_r^i+x_s^i)+i\cdot(x_r-x_s)(x_r^{i-1}+x_s^{i-1})}{(x_r-x_s)^2}$$

oder, wenn man die Division unter dem Summenzeichen ausführt:

$$A_{r,s}=\sum_{i=3}^{i=n}(-1)^{n-i}\alpha_{n-i}[(i-2)x_r^{i-2}+(i-4)x_r^{i-3}x_s+\ldots$$
$$+(-i+4)x_rx_s^{i-3}+(-i+2)x_s^{i-2}]$$

wobei die Werthe $i=0$, 1, 2 unberücksichtigt blieben, weil für sie der Ausdruck unter dem Summenzeichen identisch verschwindet. Aber auch für Werthe von i, welche über 2 liegen, heben sich im Allgemeinen mehr oder weniger Glieder in der aus den A zu bildenden Größe T gegenseitig auf, womit eben so viele Größen α wegfallen. Hierzu führt die folgende Bemerkung.

Man denke sich aus den A den Ausdruck $A_{(1,2,\ldots 2m)}$ auf dieselbe Weise wie früher $P_{(1,2,\ldots 2m)}$ aus den Größen P construirt; dann ist

$$T=\frac{1}{2^m}\cdot A_{(1,2,\ldots 2m)}=\Delta\cdot S \qquad \ldots(1)$$

voraus folgt, daß in dem Ausdruck $A^{(1,2,\ldots 2m)}$ keine Glieder vorkommen können, welche nach $x_1, x_2, \ldots x_{2m}$ von niederigerer als der $m(2m-1)$. Dimension der Glieder in Δ sind. Da nun jedes Glied jenes Ausdrucks aus m Factoren besteht und kein Glied in $A_{r,s}$ von höherer als der $n-2$. Dimension ist, so sind in dem aus $A_{r,s}$ zu bildenden Product von m Factoren alle Glieder auszuschließen, bei welchen $i < i_0$ ist, wenn i_0 durch die Gleichung

$$(m-1)(n-2)+i_0-2 = m(2m-1)$$

bestimmt wird, also

$$i_0 = m(2m+1)-n(m-1)$$

ist. Man braucht daher die Summe, welche $A_{r,s}$ darstellt, nicht mit $i=3$, sondern erst mit $i=i_0$ anfangen zu lassen und kann für $A_{r,s}$ blos

$$\sum_{i=i_0}^{i=n} (-1)^{n-i}\alpha_{n-i}[(i-2)x_r^{i-2}+(i-4)x_r^{i-3}x_s+\ldots + (-i+4)x_rx_s^{i-3}+(-i+2)x_s^{i-2}] \quad \ldots(1)$$

setzen.

Offenbar reducirt sich dieser Ausdruck, folglich auch T immer auf Null, wenn $i_0 > n$ wird, weil dann

$$n < m(2m+1)-n(m-1) \quad \text{oder} \quad n < 2m+1$$

wofür, wie schon früher gezeigt wurde, $S=0$ und $T=0$ wird.

Für $i_0 = n$ unterscheidet sich T von Δ nur um einen constanten Factor.

Soll $i_0 < n$ werden, so muß, wie aus der Gleichung für i_0 folgt,

$$n > 2m+1$$

sein und nur in diesem Falle ist S wirklich von den Veränderlichen $x_1, x_2, \ldots x_{2m}$ abhängig.

Wie viele der aus den Wurzeln α gebildeten Größen α in T höchstens vorkommen können, ergibt sich sofort. Ist nämlich $n > 2m+1$, so sind dies außer $\alpha_0 = 1$ nur jene von α_1 bis α_{n-i_0}, oder also

$$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots \alpha_{m(n-2m-1)}$$

Der Ausdruck $P^{(1,2,\ldots 2m)}$ wird also, abgesehen von dem Nenner $\sqrt{X_1X_2\ldots X_{2m}}$ in der Gleichung (5) des vorigen Art., im

Allgemeinen von den Wurzeln $a_1, a_2, \ldots a_n$ nur in dem Falle ganz unabhängig, wenn $n = 2m+1$, also $T = \Delta . S_0$ ist, wenn S_0 einen von den a und x unabhängigen Factor bezeichnet.

Dieser Factor kann dadurch gefunden werden, daß man sowohl aus T als aus Δ den Coëfficienten des Gliedes

$$x_1^{2m-1} x_2^{2m-2} \ldots x_{m-1}^{m+1} x_m^m \ldots x_{2m-2}^2 x_{2m-1}^1 x_{2m}^0$$

aufsucht. Da nun für $n = 2m+1$ auch $i_0 = 2m+1$ ist, so hat man in dem vorliegenden Fall für $A_{r,s}$ den Ausdruck zu setzen:

$$(2m-1)x_r^{2m-1} + (2m-3)x_r^{2m-2} x_s + \ldots - (2m-3)x_r x_s^{2m-2} - (2m-1)x_s^{2m-1}$$

Jenes Glied kommt offenbar nur in einem einzigen Posten von T und zwar in

$$\frac{1}{2^m} \cdot A_{1,2m} A_{2,2m-1} A_{3,2m-2} \ldots A_{m,m+1}$$

mit dem Coëfficienten

$$\frac{1}{2^m} . (2m-1)(2m-3)(2m-5) \ldots 3 . 1$$

vor. Der Coëfficient desselben Gliedes in Δ aber ist

$$(-1)^{m(2m-1)} = (-1)^m$$

Man hat daher die Gleichung

$$\frac{1}{2^m} . (2m-1)(2m-3) \ldots 3 . 1 = (-1)^m . S_0$$

oder

$$S_0 = (-1)^m . \frac{1 . 3 . 5 \ldots (2m-1)}{2^m}$$

Es findet also, wenn $X = (x-a_1)(x-a_2) \ldots (x-a_{2m+1})$ gesetzt wird, die Gleichung statt

$$P_{(1,2,3,\ldots 2m)} = (-1)^m . \frac{1 . 3 . 5 \ldots (2m-1)}{2^m} . \frac{\Delta}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m}}} \quad \ldots (3)$$

Andere, speciellere Anwendungen werden sich später ergeben.

12.

Von dem Falle, daß die Anzahl der Veränderlichen x eine ungerade sei, war bisher nicht die Rede; um die ihm entsprechenden Relationen zu erhalten, ersetze ich den sogenannten Pfaff'schen Ausdruck, in welchem die Anzahl der Indices eine gerade sein muß, durch einen andern, der jenem zwar ähnlich ist, worin aber die Bedingung $P_{r,s} = -P_{s,r}$ nicht bei allen Elementen stattfindet und die Anzahl der Indices eine ungerade ist. Da dieser zweite Ausdruck, soviel mir bekannt noch nicht betrachtet wurde, so möge das hier Erforderliche darüber bemerkt werden. Er sei durch

$$P^{(1)}(1,2,3,\ldots 2m-1)$$

vorgestellt und wird auf folgende Art gebildet. Man lasse zunächst alle Indices einen Cyclus durchlaufen und setze jedesmal den ersten für sich allein, die folgenden aber paarweise dem Buchstaben P in der sich ergebenden Ordnung bei, so daß dadurch die Producte

$$P_1P_{2,3}P_{4,5}\ldots P_{2m-2,2m-1},\ P_2P_{3,4}P_{5,6}\ldots P_{2m-1,1},\ P_3P_{4,5}P_{6,7}\ldots P_{1,2},$$
$$\ldots\ldots P_{2m-2}P_{2m-1,1}P_{2,3}\ldots P_{2m-4,2m-3},\ P_{2m-1}P_{1.2}P_{3,4}\ldots P_{2m-3,2m-2}$$

erhalten werden. Aus jedem derselben bilde man andere dadurch, daß die 2 ersten Indices an ihrer Stelle belassen, die folgenden aber cyclisch permutirt und dem Buchstaben P paarweise beigesetzt werden, wodurch sich z. B. aus dem ersten Producte, ganz in der früher (Art. 10) beschriebenen Weise, die Producte

$$P_1P_{2,4}P_{5,6}\ldots P_{2m-1,3},\ P_1P_{2,5}P_{6,7}\ldots P_{3,4},\ P_1P_{2,6}P_{7,8}\ldots P_{4,5},$$
$$\ldots\ldots P_1P_{2,2m-1}P_{3,4}\ldots P_{2m-3,2m-2}$$

ergeben. Nun behalte man jedesmal die 4 ersten Indices bei und lasse alle folgenden einen Cyclus durchlaufen; in jedem daraus hervorgehenden Product halte man die 6 ersten Indices fest, nehme mit den übrigen die cyclische Versetzung vor und verfahre so weiter bis man bei den drei letzten zu permutirenden Indices anlangt, wie dies im vorigen Art. beschrieben ist.

Behalten $P(2,3,4,\ldots 2m-1),\ldots$ ihre frühere Bedeutung, so ergibt sich hiernach die Gleichung

$$P^{(1)}(1,\,2,\,3,\ldots 2m-1) =$$

$$P_1 P(2,3,4,\ldots 2m-1) + P_2 P(3,4,5,\ldots 2m-1,1) + P_3 P(4,5,\ldots 2m-1,1,2) \quad \ldots(1)$$
$$+ \ldots + P_r P(r+1,r+2,\ldots 2m-1,1,2,\ldots r-1) + \ldots + P_{2m-1} P(1,2,3,\ldots 2m-2)$$

Die Anzahl der einzelnen, auf angegebene Weise entstehenden Producte ist wie früher $= 1.3.5\ldots(2m-1)$ und jedes derselben enthält m Factoren. Die blos mit einem Index versehenen Größen $P_1, P_2, \ldots P_{2m-1}$ sind keiner andern Bedingung unterworfen, als daß sie insgesammt aus einer und derselben Function P_t für $t = 1, 2, \ldots 2m-1$ erhalten werden. Bei den mit zwei Indices versehenen P muß jedoch die Bedingung erfüllt werden, daß $P_{r,s} = -P_{s,r}$ und $P_{r,r} = 0$ ist.

Ist dies Alles der Fall, so hat $P^{(1)}(1,2,3,\ldots 2m-1)$ wieder die Eigenschaft sein Zeichen zu wechseln ohne den Werth zu ändern, wenn irgend ein Index mit irgend einem andern vertauscht wird.

Denn vertauscht man zwei Indices r und s, wo $r < s$ sein mag, mit einander, so wechseln alle Glieder rechter Hand in (1), welche die Factoren P_r und P_s nicht enthalten, dem frühern gemäß, ihre Zeichen; die beiden noch übrigen Glieder

$$P_r P(r+1,\ldots s-1,s,s+1,\ldots 2m-1,1,2,\ldots r-1) + P_s P(s+1,\ldots 2m-1,1,2,\ldots r-1,r,r+1,\ldots s-1)$$

aber verwandeln sich, in umgekehrter Ordnung geschrieben, in

$$P_r P(s+1,\ldots 2m-1,1,2,\ldots r-1,s,r+1,\ldots s-1) + P_s P(r+1,\ldots s-1,r,s+1,\ldots 2m-1,1,2,\ldots r-1)$$

und es ist nun zu zeigen, daß die beiden Factoren von P_r und jene von P_s entgegengesetzte Zeichen haben.

In dem ersten Factor

$$P(r+1,r+2,\ldots s-1,s,s+1,\ldots 2m-1,1,2,\ldots r-1)$$

von P_r vertausche man $r+1$ mit $r+2$, dann mit $r+3,\ldots$ zuletzt mit $r-1$, so daß $r+1$ an das Ende kommt, und die Anzahl dieser Vertauschungen $2m-3$ beträgt. Hierauf vertausche man $r+2$ der Ordnung nach mit allen übrigen Indices bis es an das Ende kommt; die Anzahl dieser Vertauschungen beträgt wieder $2m-3$. Auf diese Weise fahre man fort, bis $s+1$ zum ersten Index wird; das Zeichen des hierdurch entstandenen Ausdrucks ist durch den Factor $(-1)^{(2m-3)(s-r)} = (-1)^{s-r}$ bestimmt, dieser Ausdruck selbst ist also

$$(-1)^{s-r}P_{(s+1,s+2,\ldots 2m-1,1,2,\ldots r-1,r+1,\ldots s-1,s)} \quad \ldots(a)$$

welcher dem in Rede stehenden ersten Factor von P_r gleich ist.

In dem zweiten Faetor

$$P_{(s+1,s+2,..2m-1,1,2,..r-1,s,r+1,..s-1)}$$

von P_r vertausche man den Index s so lange mit den darauf folgenden Indices bis er zum letzten wird, wodurch man, da die Anzahl dieser Vertauschungen $s-r-1$ beträgt, den Ausdruck

$$(-1)^{s-r-1}P_{(s+1,s+2,\ldots 2m-1,1,2,\ldots r-1,r+1,\ldots s-1,s)} \quad \ldots(b)$$

erhält, welcher dem unmittelbar vorhergehenden gleich ist.

Da nun (a) und (b) gleich aber entgegengesetzt sind, so ist dies auch bei den zwei Factoren von P_r der Fall; w. z. b. w.

Auf ähnliche Art ergibt sich, daß auch die beiden Factoren von P_s gleiche Werthe aber entgegengesetzte Zeichen haben.

Es ist also richtig, daß $P^{(1)}{}_{(1,2,3,\ldots 2m-1)}$ sein Zeichen, aber nicht seinen Werth ändert, wenn man irgend zwei der $2m-1$ Indices mit einander vertauscht. Dieser Ausdruck verschwindet somit, wenn zwei Indices einander gleich gesetzt werden.

Für $m=2$ und $m=3$ erhält man z. B. die folgenden Formeln:

$$P^{(1)}{}_{(1,2,3)} = P_1P_{2,3} + P_2P_{3,1} + P_3P_{1,2} \quad \ldots(2)$$

$$\begin{aligned} P^{(1)}{}_{(1,2,3,4,5)} = {} & P_1P_{2,3}P_{4,5} + P_1P_{2,4}P_{5,3} + P_1P_{2,5}P_{3,4} \\ & + P_2P_{3,4}P_{5,1} + P_2P_{3,5}P_{1,4} + P_2P_{3,1}P_{4,5} \\ & + P_3P_{4,5}P_{1,2} + P_3P_{4,1}P_{2,5} + P_3P_{4,2}P_{5,1} \quad \ldots(3) \\ & + P_4P_{5,1}P_{2,3} + P_4P_{5,2}P_{3,1} + P_4P_{5,3}P_{1,2} \\ & + P_5P_{1,2}P_{3,4} + P_5P_{1,3}P_{4,2} + P_5P_{1,4}P_{2,3} \end{aligned}$$

Dies vorausgesetzt sei nun wieder

$$X=(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_n),$$

und

$$P_{r,s}=\frac{1}{\sqrt{X_rX_s}}\cdot\frac{2(X_s-X_r)+(x_r-x_s)(X_r'+X_s')}{2(x_r-x_s)^2}$$

ferner

$$P_t=\frac{f(x_t)}{\sqrt{X_t}}$$

wobei $f(x)$ eine ganze rationale Function vom p. Grade bezeichnet. Der zweite Factor von $P_{r,s}$ ist dann vom $n-2$. Grade, und jedes

der bezeichneten, aus m Factoren bestehenden Producte wird im Nenner $\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m-1}}$ und im Zähler eine ganze Function enthalten, deren Grad nicht höher als $(m-1)(n-2)+p$ ist. Dasselbe gilt also auch von der Summe aller jener Producte und man hat daher

$$P^{(1)}(1,2,3,\ldots 2m-1) = \frac{T^{(1)}}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m-1}}} \quad \ldots(4)$$

wenn $T^{(1)}$ eine ganze Function von $x_1, x_2, \ldots x_{2m-1}$ bezeichnet, welche vom $(m-1)(n-2)+p$. Grade ist, und welche, wie der Ausdruck linker Hand, ihr Zeichen wechselt ohne den Werth zu ändern, wenn man irgend zwei der Größen x unter sich vertauscht.

Die Function $T^{(1)}$ ist daher durch das Product aller Differenzen der $2m-1$ Veränderlichen theilbar, und der Quotient eine symmetrische ganze Function dieser Veränderlichen.

Es sei nunmehr

$$\begin{aligned} \Delta^{(1)} = (x_2-x_1)(x_3-x_1)(x_4-x_1)\ldots(x_{2m-1}-x_1) \\ (x_3-x_2)(x_4-x_2)\ldots(x_{2m-1}-x_2) \\ (x_4-x_3)\ldots(x_{2m-1}-x_3) \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ (x_{2m-1}-x_{2m-2}) \end{aligned} \quad \ldots(5)$$

und mit $S^{(1)}$ werde jene symmetrische Function bezeichnet. Dann ist wie früher

$$T^{(1)} = \Delta^{(1)} . S^{(1)} \quad \ldots(6)$$

dabei $\Delta^{(1)}$ vom Grade

$$(m-1)(2m-1)$$

Wird, um einen besondern Fall zu betrachten, $p = n-m-1$ gesetzt, so kann $T^{(1)}$ den Grad $m(n-3)+1$ nicht übersteigen und wird $S^{(1)}$ als Function von $x_1, x_2, \ldots x_{2m-1}$ höchstens den durch die Differenz

$$m(n-3)+1-(m-1)(2m-1) = m(n-2m) \quad \ldots(7)$$

bestimmten Grad erreichen, so lange diese Differenz positiv ist.

Damit die ganze Function $S^{(1)}$ sich durch $x_1, x_2, \ldots x_{2m-1}$ wirklich darstellen lasse, muß, wie hieraus folgt

$$n > 2m$$

sein. Ist aber

$$n = 2m$$

so ist $S^{(1)}$ vom nullten Grad und reducirt es sich auf eine Constante.

Für $n < 2m$ und zwar

$$m + 1 \leqq n < 2m$$

ist $f(x)$ immer noch eine ganze Function, aber der Grad von $S^{(1)}$ wird negativ; da nun $S^{(1)}$ keine gebrochene Function sein kann und $T^{(1)}$ für $x_r = x_s$ verschwindet, so muß $T^{(1)}$ sich identisch auf Null reduciren, folglich auch $S^{(1)} = 0$ sein.

13.

In der Gleichung (4) des vorigen Art. stellt $T^{(1)}$ einen Ausdruck $\frac{1}{2^{m-1}} A^{(1)(1,2,3,\ldots 2m-1)}$ dar, welcher in ganz gleicher Weise aus den Größen

$$A_{r,s} =$$
$$\sum_{i=3}^{i=n} (-1)^{n-i} \alpha_{n-i} [(i-2) x_r^{i-2} + (i-4) x_r^{i-3} x_s + \ldots$$
$$+ (-i+4) x_r x_s^{i-3} + (-i+2) x_s^{i-2}]$$

und

$$A_t = f(x_t)$$

gebildet wird wie $P^{(1)(1,2,3,\ldots 2m-1)}$ aus $P_{r,s}$ und P_t. Da nun

$$T^{(1)} = \frac{1}{2^{m-1}} A^{(1)(1,2,3,\ldots 2m-1)} = \Delta^{(1)} . S^{(1)}$$

so können in $A^{(1)(1,2,3,\ldots 2m-1)}$ keine Glieder von niedrigerer Dimension als der $(m-1)(2m-1)$., welche jener von $\Delta^{(1)}$ entspricht, vorkommen.

Um auch hier die kleinste bei der Berechnung von $T^{(1)}$ zu berücksichtigende Anzahl der in $A_{r,s}$ enthaltenen Glieder zu bestimmen, hat man, da $f(x)$ nur auf den $n-m-1$. Grad steigt, die Bedingung

$$(m-2)(n-2) + i_0 - 2 + n - m - 1 = (m-1)(2m-1)$$

woraus

$$i_0 = m(2m-n) + n$$

erhalten wird. Statt $A_{r,s}$ braucht daher blos

$$\sum_{i=i_0}^{i=n}(-1)^{n-i}\alpha_{n-i}[(i-2)x_r^{i-2}+(i-4)x_r^{i-3}x_s+\ldots$$
$$+(-i+4)x_rx_s^{i-3}+(-i+2)x_s^{i-2}]$$

gesetzt zu werden.

Für $i_0 > n$ folgt $n < 2m$ und verschwinden $S^{(1)}$ und $T^{(1)}$.

Für $i_0 = n$ erhält man $n = 2m$ und in diesem Fall unterscheidet sich $T^{(1)}$ von $\Delta^{(1)}$ nur um einen constanten Factor.

Wenn $i_0 < n$ werden soll, muß $n > 2m$ sein; dann ist $T^{(1)}$ von höherm Grade als $\Delta^{(1)}$ und $S^{(1)}$ in der That eine Function der Veränderlichen, welche von $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \ldots \alpha_{m(n-2m)}$ abhängt.

Ebenso kann man auch die kleinste Anzahl der in die Berechnung von T eingehenden Glieder der Function

$$f(x) =$$
$$x^{n-m-1}+\beta_1x^{n-m-2}+\ldots+\beta_{n-m-1-k}x^k+\ldots+\beta_{n-m-2}x+\beta_{n-m-1}$$

oder

$$A_t = f(x_t) = \sum_{0}^{n-m-1}\beta_{n-m-1-k}x_t^k, \quad \beta_0 = 1$$

bestimmen. Bezeichnet k_0 die ganze Zahl, welche an die Stelle der untern Grenze 0 gesetzt werden darf, so hat man hierfür die Bedingung

$$(m-1)(n-2)+k_0 = (m-1)(2m-1)$$

woraus

$$k_0 = m(2m-n)+n-m-1$$

folgt. Statt $f(x_t)$ oder A_t kann daher blos

$$\sum_{k_0}^{n-m-1}\beta_{n-m-1-k}.x_t^k$$

gesetzt werden.

Für $k_0 > n-m-1$ folgt $n < 2m$, wofür $S^{(1)}$ und $T^{(1)}$ verschwinden.

Für $k_0 = n-m-1$ ergibt sich $n = 2m$ und geht blos das Glied von $f(x_t)$, welches die höchste Potenz von x_t enthält, in die Rechnung ein. Dies ist wieder der Fall, wenn $T^{(1)}$ sich nur um einen constanten Factor von $\Delta^{(1)}$ unterscheidet.

Soll $k_0 < n-m-1$ werden, so muß $n > 2m$ sein, dann gehen außer den α auch die Coëfficienten $\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_{m(n-2m)}$ in $T^{(1)}$ folglich auch in $S^{(1)}$ ein.

Man sieht hieraus, daß der Ausdruck $P^{(1)(1,2,3,\ldots 2m-1)}$, wenn von dem Nenner $\sqrt{X_1X_2\ldots X_{2m-1}}$ abstrahirt wird, von den Wurzeln $a_1, a_2, \ldots a_n$ und von den Coëfficienten $\beta_1, \beta_2, \ldots$ nur dann ganz unabhängig wird, wenn $n=2m$, also $T^{(1)}=\Delta^{(1)}.S_0^{(1)}$ ist, unter $S_0^{(1)}$ einen von den a und den x freien Factor verstanden.

Um auch hier diesen Factor zu bestimmen, ermittle man den Coëfficienten des Gliedes

$$x_1^0x_2^1x_3^2\ldots x_m^{m-1}x_{m+1}^m\ldots x_{2m-1}^{2m-2}$$

sowohl aus $T^{(1)}$ als aus $\Delta^{(1)}$. Wie gezeigt ist hier $n=2m$, $i_0=2m$ und für $A_{r,s}$ der Ausdruck

$$(2m-2)x_r^{2m-2}+(2m-4)x_r^{2m-3}x_s+\ldots-(2m-4)x_rx_s^{2m-3}-(2m-2)x_s^{2m-2}$$

sodann für A_t blos x_t^{m-1}, weil $p=m-1$, zu setzen. Offenbar kommt das bezeichnete Glied nur in einem Posten von $T^{(1)}$ und zwar in

$$\frac{1}{2^{m-1}}A_m.A_{m+1,m-1}A_{m+2,m-2}A_{m+3,m-3}\ldots A_{2m-1,1}$$

vor, und ist sein Coëfficient

$$\frac{1}{2^{m-1}}.(2m-2)(2m-4)(2m-6)\ldots 4.2$$

In $\Delta^{(1)}$ aber hat jenes Glied den Coëfficienten $+1$.

Es findet daher die Gleichung statt:

$$\frac{1}{2^{m-1}}.(2m-2)(2m-4)\ldots 4.2=S_0^{(1)}$$

woraus

$$S_0^{(1)}=\frac{2.4.6\ldots(2m-2)}{2^{m-1}}$$

sich ergibt. Wird also

$$X=(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_{2m})$$

gesetzt, so ist

$$P^{(1)(1,2,3,\ldots 2m-1)}=\frac{2.4.6\ldots(2m-2)}{2^{m-1}}.\frac{\Delta^{(1)}}{\sqrt{X_1X_2\ldots X_{2m-1}}}\ldots(1)$$

Wie in der Gleichung (3) des Art. 11 ist auch hier der Grad von X um eine Einheit größer als die Anzahl der Veränderlichen x

Dabei hat $\Delta^{(1)}$ die durch die Gleichung (5) des vorigen Art. bestimmte Bedeutung.

Es ist leicht, manche andere Resultate aus $P^{(1)(1,2,3,\ldots 2m-1)}$ durch Annahme geeigneter Ausdrücke für $P_{r,s}$ und P_t abzuleiten. Hier sei blos bemerkt, daß, wenn man für $P_{r,s}$ den bisher zu Grunde gelegten Ausdruck wählt, dagegen

$$P_t = D_{x_t}\sqrt{X_t} = \frac{X_t'}{2\sqrt{X_t}}$$

setzt, wobei allgemein

$$X = (x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_n) \text{ und } f(x) = \frac{1}{2}X',\ p = n-1$$

ist, wieder die Gleichung

$$P^{(1)(1,2,3,\ldots 2m-1)} = \frac{T^{(1)}}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m-1}}} \qquad \ldots(2)$$

zum Vorschein kommt, jetzt aber $T^{(1)}$ eine ganze Function vom Grade $(m-1)(n-2)+n-1 = m(n-2)+1$ ist, also $S^{(1)}$ den Grad $m(n-2m+1)$ nicht übersteigen kann.

Der Fall, daß $S^{(1)}$ als vom nullten Grade, sich auf einen constanten Factor $S_0^{(1)}$ reducirt, tritt also ein, wenn $n = 2m-1$ gesetzt wird. Dieser Factor läßt sich auf dieselbe Weise wie vorhin ermitteln. Da nämlich in dem vorliegenden Fall für i_0 die Gleichung

$$(m-2)(n-2)+i_0-2+n-1 = (m-1)(2m-1)$$

besteht, aus welcher

$$i_0 = 2m^2-mn-m+n = 2m-1$$

folgt, so kommen von $A_{r,s}$ nur die Glieder

$$(2m-3)x_r^{2m-3}+(2m-5)x_r^{2m-4}x_s+\ldots-(2m-5)x_r x_s^{2m-4}-(2m-3)x_s^{2m-3}$$

in Betracht, und für A_t ist blos $\frac{2m-1}{2}x_t^{2m-2}$ zu setzen.

Ermittelt man daher sowohl aus $T^{(1)}$ als aus $\Delta^{(1)}$ den Coëfficienten des Gliedes

$$x_1^{2m-2}x_2^{2m-3}\ldots x_{m-1}^{m}x_m^{m-1}\ldots x_{2m-2}^{1}x_{2m-1}^{0}$$

und bemerkt, daß $T^{(1)}$ dieses Glied nur in dem Posten

$$\frac{1}{2^{m-1}} A_1 \cdot A_{2,2m-1} A_{3,2m-2} A_{4,2m-3} \cdots A_{m-1,m+2} A_{m,m+1}$$

mit dem Coëfficienten

$$\frac{1}{2^m}(2m-1)(2m-3)(2m-5)\ldots 3.1$$

enthält, während dasselbe Glied in $\Delta^{(1)}$ mit dem Coëfficienten $(-1)^{m-1}$ vorkommt, so gelangt man zu der Gleichung

$$\frac{1}{2^m}.1.3.5\ldots(2m-1) = (-1)^{m-1}.S_0^{(1)}$$

und erhält also unter den gemachten Voraussetzungen die Formel

$$P^{(1)}_{(1,2,3,\ldots 2m-1)} = (-1)^{m-1}.\frac{1.3.5\ldots(2m-1)}{2^m}.\frac{\Delta^{(1)}}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m-1}}} \ldots (3)$$

Es darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß, weil hierbei

$$X = (x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_{2m-1})$$

ist, der Grad der X mit der Anzahl der Veränderlichen x übereinkommt.

Die Ausdrücke $P_{(1,2,\ldots 2m)}$, $P^{(1)}_{1,2,\ldots 2m-1)}$ bleiben alternirende Functionen auch wenn in $P_{r,s}$ die Function X keine ganze, sondern eine gebrochene von x ist. Denn setzt man

$$X = \frac{f(x)}{(x-c_1)(x-c_2)\ldots(x-c_n)}$$

wobei $f(x)$ von niedrigerm als dem n. Grade sein soll und zerlegt man X in Partialbrüche, so ist

$$X = \sum_1^n \frac{C_\nu}{x-c_\nu}, \qquad X' = -\sum_1^n \frac{C_\nu}{(x-c_\nu)^2}$$

und

$$\frac{2(X_s-X_r)+(x_r-x_s)(X_r'+X_s')}{(x_r-x_s)^2} =$$

$$\frac{1}{(x_r-x_s)^2}\sum_1^n C_\nu.\left(\frac{2}{x_s-c_\nu}-\frac{2}{x_r-c_\nu}-\frac{x_r-x_s}{(x_r-c_\nu)^2}-\frac{x_r-x_s}{(x_s-c_\nu)^2}\right)$$

$$= (x_s-x_r)\sum_1^n \frac{C_\nu}{(x_r-c_\nu)^2(x_s-c_\nu)^2}$$

woraus sich mit Rücksicht auf die Gleichung (1) des Art. 10 ergibt;

$$P_{r,s} = \frac{1}{\sqrt{X_r}} D_{x_r} \frac{\sqrt{X_s}}{x^r - x_s} - \frac{1}{\sqrt{X_s}} D_{x_r} \frac{\sqrt{X_r}}{x_s - x_r}$$
$$= \frac{x_s - x_r}{2\sqrt{X_r X_s}} \cdot \sum_1^n \frac{C_\nu}{(x_r - c_\nu)^2 (x_s - c_\nu)^2}$$

Man sieht nun aus dieser Gleichung (welche übrigens schon in der früher genannten Abhandlung des Herrn Weierstraß vorkommt), daß $P_{r,s}$ sein Zeichen ändert, wenn r mit s vertauscht wird; mit dieser Vertauschung wird daher auch in $P_{(1,2,3\ldots 2m)}$ und in $P^{(1)}_{(1,2,3,\ldots 2m-1)}$ ein Zeichenwechsel ohne Änderung des Werthes dieser Ausdrücke erfolgen, und beide werden verschwinden, wenn $x_s = x_r$ gesetzt wird. Sie müssen daher das Product der Differenzen aller x als Factor enthalten, so daß sich, je nachdem die Anzahl der Veränderlichen x eine gerade oder ungerade ist,

$$P_{(1,2,\ldots 2m)} = \frac{\Delta}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m}}} . U$$

oder

$$P^{(1)}_{(1,2,\ldots 2m-1)} = \frac{\Delta^{(1)}}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m-1}}} . U^{(1)}$$

setzen läßt, wenn mit Δ und $\Delta^{(1)}$ die in den Art. 10 und 12 angegebenen Producte und mit U und $U^{(1)}$ gebrochene symmetrische Functionen resp. von $x_1, x_2, \ldots x_{2m}$ und $x_1, x_2, \ldots x_{2m-1}$ bezeichnet werden.

14.

Nach diesen Vorbemerkungen zu den Formeln der Art. 10 und 11 zurückkehrend, will ich nunmehr das auf die unabhängigen Veränderlichen $x_1, x_2, \ldots x_{2m}$ bezogene Integral des Ausdrucks $P_{(1,2,\ldots 2m)}$ zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Wurzeln der Gleichung $X = 0$ betrachten und annehmen, es sei

$$a_1 < a_2 < a_3 < \ldots < a_n$$

Man setze zunächst voraus, die Wurzeln, welche die Grenzen der einzelnen Integrale bilden, seien insgesammt von einander verschieden, ihre Anzahl betrage also mindestens das Doppelte der Zahl jener Veränderlichen, es sei daher $n \geq 4m$.

Mit $\mu_1, \mu_2 \ldots \mu_{2m}$ bezeichne man ganze Zahlen aus der Reihe 1, 2, 3, $\ldots n$ und mit

$$a_{\mu_1} \text{ und } a_{\mu_1+1},\ a_{\mu_2} \text{ und } a_{\mu_2+1}, \ldots a_{\mu_{2m}} \text{ und } a_{\mu_{2m}+1}$$

die $2m$, paarweise genommen, unmittelbar auf einander folgenden Wurzelwerthe, welche die genannten Grenzen beziehungsweise von $x_1, x_2, \ldots x_{2m}$ sein sollen.

So oft x eine der Wurzeln a überschreitet, geht X durch Null und ändert es sein Zeichen, welches stets ein bestimmtes ist und mit jenem von $(-1)^{n-\nu}$ übereinstimmt, wenn $a_\nu < x < a_{\nu+1}$ ist.

Mit X geht auch $\sqrt{X}$ durch Null, und tritt vom Reellen in's Imaginäre oder umgekehrt über, aber das Zeichen, welches diese Größe und somit auch das Integral unter welchem sie vorkommt, bei jedem solchen Übergange annimmt, ist an sich gänzlich unbestimmt, und diese Unbestimmtheit muß durch eine Annahme beseitigt werden, was hier in der üblichen Weise wie folgt geschieht. Es sei $n = 2m + \varepsilon$, also $\varepsilon = 0$ wenn n gerad und $\varepsilon = 1$, wenn n ungerad ist; dann hat X dasselbe Zeichen wie $(-1)^{2m+\varepsilon-\nu}$ oder also wie $(-1)^{\nu-\varepsilon}$ und es ist $(-1)^{\nu-\varepsilon}.X$ positiv, wenn x zwischen a_ν und $a_{\nu+1}$ liegt. Da $(-1)^{2(\nu-\varepsilon)}.X$ für X geschrieben werden kann, so folgt

$$\sqrt{X} = \pm (-1)^{\frac{\nu-\varepsilon}{2}} . \sqrt{(-1)^{\nu-\varepsilon} X}$$

und es wird nun angenommen, daß rechter Hand unter $\sqrt{(-1)^{\nu-\varepsilon}X}$ der positive Werth dieser Wurzel zu verstehen sei und von den beiden Zeichen das obere zu gelten habe, daher, wenn n ungerad:

$$\sqrt{X} = + (-1)^{\frac{\nu-1}{2}} . \sqrt{(-1)^{\nu-1} X}$$

und wenn n gerad ist:

$$\sqrt{X} = + (-1)^{\frac{\nu}{2}} . \sqrt{(-1)^{\nu} X}$$

zu setzen sei.

Betrachtet man nun irgend eines der Producte, aus welchen $P_{(1,2,\ldots 2m)}$ besteht und in diesem das Integral irgend eines der Factoren $P_{r,s}$, welches durch

$$\int_{a_{\mu_r}}^{a_{\mu_r+1}} dx_r \int_{a_{\mu_s}}^{a_{\mu_s+1}} dx_s \left(\frac{1}{\sqrt{X_r}} D_{x_s} \frac{\sqrt{X_s}}{x_r - x_s} - \frac{1}{\sqrt{X_s}} D_{x_r} \frac{\sqrt{X_r}}{x_s - x_r} \right)$$

dargestellt ist, so läßt sich die Integration, beim ersten Gliede nach x_s, beim zweiten nach x_r ausführen und findet man

$$\int_{a_{\mu_r}}^{a_{\mu_r+1}} \frac{dx_r}{\sqrt{X_r}} \left[\frac{\sqrt{X_s}}{x_r - x_s}\right]_{a_{\mu_s}}^{a_{\mu_s+1}} - \int_{a_{\mu_s}}^{a_{\mu_s+1}} \frac{dx_s}{\sqrt{X_s}} \left[\frac{\sqrt{X_r}}{x_s - x_r}\right]_{a_{\mu_r}}^{a_{\mu_r+1}}$$

Da nun innerhalb der angegebenen Grenzen x_r niemals $= x_s$ wird, so wird keines der beiden Integrale unbestimmt, und da X_s für $x_s = a_{\mu_s}$ und a_{μ_s+1}, ferner X_r für $x_r = a_{\mu_r}$ und a_{μ_r+1} verschwindet, so reducirt sich der ganze Ausdruck auf Null, und dasselbe gilt von den Integralen aller genannten Producte, folglich auch von dem $2m$fachen Integral des Ausdrucks $P_{(1,2,\ldots 2m)}$. Hieraus folgt:

Wenn a_{μ_1} und a_{μ_1+1}, a_{μ_2} und $a_{\mu_2+1}, \ldots a_{\mu_{2m}}$ und $a_{\mu_{2m}+1}$ unter sich verschiedene aber, paarweise genommen, unmittelbar auf einander folgende Wurzeln der Gleichung $X = (x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_n) = 0$ bezeichnen, also $n \geqq 4m$ ist, und wenn T die im Art. 10 näher bestimmte ganze, rationale Function $m(n-2)$. Grades der Veränderlichen $x_1, x_2, \ldots x_{2m}$ bedeutet, so findet die Gleichung statt:

$$\int_{a_{\mu_1}}^{a_{\mu_1+1}} dx_1 \int_{a_{\mu_2}}^{a_{\mu_2+1}} dx_2 \ldots \int_{a_{\mu_{2m}}}^{a_{\mu_{2m}+1}} \frac{T\,dx_{2m}}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m}}} = 0 \qquad \ldots(1)$$

Wie man sieht, stellt dieselbe eine Relation zwischen einer Anzahl von Gliedern dar, deren jedes ein Product von $2m$ einfachen Integralen ist, welche unter die vollständigen Abel'schen Integrale gehören.

Man setze nunmehr voraus, es befinden sich unter den Grenzen drei unmittelbar auf einander folgende Wurzeln der Gleichung $X = 0$, nämlich

$$a_\nu, \quad a_{\nu+1}, \quad a_{\nu+2}$$

so daß bei einem Integral a_ν und $a_{\nu+1}$, bei einem andern $a_{\nu+1}$ und $a_{\nu+2}$, bei allen übrigen Integralen aber verschiedene Wurzeln die Grenzen bilden. Betrachtet man von den Producten, aus deren Summe $P_{(1,2,\ldots 2m)}$ besteht, irgend eines, in dessen $2m$fachem Integral der Fall eintritt, daß die untere Grenze der einen Veränderlichen x_s der obern Grenze einer andern x_r gleich ist, während die Grenzen aller übrigen Veränderlichen unter sich verschieden sind, so ist, wie Herr Weierstraß a. a. O. nachgewiesen hat und wie hier, des Zusammenhanges wegen, in etwas anderer Weise gezeigt werden soll,

das doppelte Integral des betreffenden Factors $P_{r,s}$ eine bestimmte endliche Größe.

Dieses Doppelintegral ist

$$\int_{a_\nu}^{a_{\nu+1}} dx_r \int_{a_{\nu+1}}^{a_{\nu+2}} dx_s \left(\frac{1}{\sqrt{X_r}} D_{x_s} \frac{\sqrt{X_s}}{x_r - x_s} - \frac{1}{\sqrt{X_s}} D_{x_r} \frac{\sqrt{X_r}}{x_s - x_r} \right)$$

oder, wenn man der Kürze wegen

$$a_\nu = a, \quad a_{\nu+1} = b, \quad a_{\nu+2} = c, \quad a < b < c$$

$$x_r = x, \quad x_s = y, \quad X_r = R(x), \quad X_s = R(y)$$

setzt, das folgende:

$$\int_a^b dx \int_b^c dy \left(D_y \frac{\sqrt{R(y)}}{(x-y)\sqrt{R(x)}} - D_x \frac{\sqrt{R(x)}}{(y-x)\sqrt{R(y)}} \right)$$

welches eine besondere Betrachtung erfordert, weil $x-y$ im Nenner für die gleichzeitigen Werthe $x=b$, $y=b$ verschwindet.

Dieses Integral läßt sich offenbar als die Grenze betrachten, mit welcher

$$\int_a^{b-\sigma} dx \int_{b+\tau}^c dy \left(D_y \frac{\sqrt{R(y)}}{(x-y)\sqrt{R(x)}} - D_x \frac{\sqrt{R(x)}}{(y-x)\sqrt{R(y)}} \right)$$

zusammenfällt, wenn die als positiv vorausgesetzten Größen σ und τ, unabhängig von einander, verschwinden. Durch Ausführung je einer Integration erhält man:

$$\int_a^{b-\sigma} dx \left(\frac{\sqrt{R(c)}}{(x-c)\sqrt{R(x)}} - \frac{\sqrt{R(b+\tau)}}{(x-b-\tau)\sqrt{R(x)}} \right)$$

$$- \int_{b+\tau}^c dy \left(\frac{\sqrt{R(b-\sigma)}}{(y-b+\sigma)\sqrt{R(y)}} - \frac{\sqrt{R(a)}}{(y-a)\sqrt{R(y)}} \right)$$

In dem ersten dieser Integrale kann der Nenner $x-c$ und in dem zweiten der Nenner $y-a$ nicht Null werden; da nun beide Zähler Null sind, so hat man es blos noch mit dem Ausdruck

$$- \int_a^{b-\sigma} \frac{dx}{x-b-\tau} \cdot \frac{\sqrt{R(b+\tau)}}{\sqrt{R(x)}} - \int_{b+\tau}^c \frac{dy}{y-b+\sigma} \cdot \frac{\sqrt{R(b-\sigma)}}{\sqrt{R(y)}}$$

zu thun. Sind nun σ_0 und τ_0 zwei positive, nahe an σ und τ, jedoch über beiden liegende Größen, wofür beständig

$$a < b-\sigma_0 < b-\sigma \quad \text{und} \quad b+\tau < b+\tau_0 < c$$

bleibt, so werden, wenn man in den Grenzen $b-\sigma_0$ statt $b-\sigma$ und $b+\tau_0$ statt $b+\tau$ setzt, die Integrale

$$-\int_a^{b-\sigma_0} \frac{dx}{x-b-\tau} \cdot \frac{\sqrt{R(b+\tau)}}{\sqrt{R(x)}} - \int_{b+\tau_0}^{c} \frac{dy}{y-b+\sigma} \cdot \frac{\sqrt{R(b-\sigma)}}{\sqrt{R(y)}}$$

während σ und τ verschwinden, in Null übergehen, weil dies bei $R(b+\tau)$ und $R(b-\sigma)$ der Fall ist, und weil bei dem ersten Integral der Werth $x = b+\tau$, bei dem zweiten der Werth $y = b-\sigma$, wofür die linearen Nenner verschwinden würden, nicht vorkommt. Die weitere Betrachtung kann sich daher auf die Integrale

$$-\int_{b-\sigma_0}^{b-\sigma} \frac{dx}{x-b-\tau} \cdot \frac{\sqrt{R(b+\tau)}}{\sqrt{R(x)}} - \int_{b+\tau}^{b+\tau_0} \frac{dy}{y-b+\sigma} \cdot \frac{\sqrt{R(b-\sigma)}}{\sqrt{R(y)}}$$

beschränken, die sich übrigens auch in der Form

$$+\int_{\sigma}^{\sigma_0} \frac{dx}{x+\tau} \cdot \frac{\sqrt{R(b+\tau)}}{\sqrt{R(b-x)}} - \int_{\tau}^{\tau_0} \frac{dy}{y+\sigma} \cdot \frac{\sqrt{R(b-\sigma)}}{\sqrt{R(b+y)}}$$

darstellen lassen. Je kleiner σ und τ, σ_0 und τ_0 werden, umsomehr zeigen sich die Brüche mit den Wurzelgrößen in der unbestimmten Form $\frac{0}{0}$. Da aber $R(b) = 0$ ist, so kann

$$R(b+\tau) = +\tau R'(b+\tau_1), \qquad R(b-\sigma) = -\sigma R'(b-\sigma_1)$$
$$R(b-x) = -x R'(b-kx), \qquad R(b+y) = +y R'(b+ky)$$

gesetzt werden, wenn τ_1, σ_1 resp. zwischen τ und τ_0, σ und σ_0 liegende Größen, h und k aber positive echte Brüche bedeuten. Da ferner $b-\sigma$ und $b-x$ zwischen a_ν und $a_{\nu+1}$, sodann $b+\tau$ und $b+y$ zwischen $a_{\nu+1}$ und $a_{\nu+2}$ liegen, so ergeben sich gemäß der frühern Bestimmung, wonach eine Wurzelgröße $\sqrt{R(z)}$ unter dem Integralzeichen, je nach dem Intervall, in welchem z liegt, aus dem absoluten Werthe dieser Wurzel abzuleiten ist, für ein ungerades n die Gleichungen

$$\sqrt{R(b+\tau)} = (-1)^{\frac{\nu}{2}} \cdot \sqrt{(-1)^{\nu} \cdot \tau R'(b+\tau_1)},$$

$$\sqrt{R(b-\sigma)} = (-1)^{\frac{\nu-1}{2}} \cdot \sqrt{(-1)^{\nu} \cdot \sigma R'(b-\sigma_1)}$$

$$\sqrt{R(b-x)} = (-1)^{\frac{\nu-1}{2}} \cdot \sqrt{(-1)^{\nu} \cdot x R'(b-hx)},$$

$$\sqrt{R(b+y)} = (-1)^{\frac{\nu}{2}} \cdot \sqrt{(-1)^{\nu} \cdot y R'(b+ky)}$$

worin nun die Quadratwurzeln rechter Hand insgesammt positiv zu nehmen sind. Der in Frage stehende Ausdruck läßt sich daher durch

$$\sqrt{-1} \int_{\sigma}^{\sigma_0} \frac{dx\sqrt{\tau}}{(x+\tau)\sqrt{x}} \cdot \sqrt{\frac{R'(b+\tau_1)}{R'(b-hx)}} - \frac{1}{\sqrt{-1}} \int_{\tau}^{\tau_0} \frac{dy\sqrt{\sigma}}{(y+\sigma)\sqrt{y}} \cdot \sqrt{\frac{R'(b-\sigma_1)}{R'(b+ky)}}$$

ersetzen, was sich offenbar auch ergibt, wenn n gerade ist, weil in diesem Fall, der erwähnten Bestimmung zufolge, in den vorigen Gleichungen blos $\nu+1$ für ν zu schreiben ist. Nunmehr stellt sich die unbestimmte Form nicht mehr ein, wenn die Grenzen der Integrale sich der Null nähern. Da innerhalb dieser Grenzen keiner der Factoren von dx und dy sein Zeichen ändert, so kann man einen Mittelwerth von jeder Wurzelgröße heraussetzen und schreiben

$$\sqrt{-1} \sqrt{\frac{R'(b+\tau_1)}{R'(b-h\sigma_2)}} \cdot \int_{\sigma}^{\sigma_0} \frac{dx\sqrt{\tau}}{(x+\tau)\sqrt{x}} + \sqrt{-1} \cdot \sqrt{\frac{R'(b-\sigma_1)}{R'(b+k\tau_2)}} \cdot \int_{\tau}^{\tau_0} \frac{dy\sqrt{\sigma}}{(y+\sigma)\sqrt{y}}$$

wobei nun

$$\sigma < \sigma_1 < \sigma_0, \qquad \tau < \tau_1 < \tau_0$$

$$\sigma < \sigma_2 < \sigma_0, \qquad \tau < \tau_2 < \tau_0$$

ist. Was zunächst die beiden Wurzelgrößen außerhalb der Integrale betrifft, so nähern sich dieselben offenbar der Einheit, wenn, was geschehen wird, σ und τ, σ_0 und τ_0 verschwinden, so daß jetzt nur noch der Ausdruck

$$\sqrt{-1} \int_{\sigma}^{\sigma_0} \frac{dx\sqrt{\tau}}{(x+\tau)\sqrt{x}} + \sqrt{-1} \int_{\tau}^{\tau_0} \frac{dy\sqrt{\sigma}}{(y+\sigma)\sqrt{y}}$$

zu betrachten ist, welcher, wenn man $x = \tau u^2$, $y = \frac{\sigma}{u^2}$ setzt, in

$$2\sqrt{-1}\int_{\sqrt{\frac{\sigma}{\tau_0}}}^{\sqrt{\frac{\sigma_0}{\tau}}}\frac{du}{1+u^2}=2\sqrt{-1}\left[\operatorname{arctg}\sqrt{\frac{\sigma_0}{\tau}}-\operatorname{arctg}\sqrt{\frac{\sigma}{\tau_0}}\right]$$

übergeht. Diese Betrachtung gilt, wie nahe auch σ_0 und τ_0 an den verschwindenden Größen σ und τ liegen mögen, es ist nur erforderlich, daß die ersteren beständig größer als die letzteren bleiben. Man kann daher festsetzen, es nähere sich σ und τ unendlich rascher der Null als σ_0 und τ_0, so daß zuletzt $\frac{\sigma_0}{\tau}=\infty$ und $\frac{\sigma}{\tau_0}=0$ wird, und der gesuchte Werth des Doppelintegrals $=\pi\sqrt{-1}$ sich ergibt.

Es ist daher

$$\int_{a_\nu}^{a_{\nu+1}}dx_r\int_{a_{\nu+1}}^{a_{\nu+2}}P_{r,s}\,dx_s=\pi\sqrt{-1} \qquad \ldots(2)$$

für alle Werthe von $\nu=1$ bis $\nu=n-2$ eine bestimmte, von den Wurzeln a unabhängige Größe, was zu zeigen war.

Da nun in den Gliedern von $P_{(1,2,\ldots 2m)}$ zwei Indices r und s nur einmal in der Verbindung $P_{r,s}$ resp. $P_{s,r}$, oder gar nicht vorkommen, die Integrale der übrigen in jenen Gliedern enthaltenen Factoren aber verschwinden, so besteht die Gleichung (1) für $m>1$ auch dann noch fort, wenn die Wurzel $a_{\nu+1}$ zweimal als Grenze erscheint. Aus demselben Grunde findet, für $m>2$, jene Gleichung auch statt, wenn noch eine zweite Wurzel der Gleichung $X=0$ einmal als obere und einmal als untere Grenze auftritt, während die übrigen Grenzen aus verschiedenen Wurzeln bestehen.

Man kann in diesen Schlüssen weiter gehen und gelangt zu dem folgenden Resultat.

Die Gleichung (1):

$$\int_{a_{\mu_1}}^{a_{\mu_1+1}}dx_1\int_{a_{\mu_2}}^{a_{\mu_2+1}}dx_2\ldots\int_{a_{\mu_{2m}}}^{a_{\mu_{2m}+1}}\frac{T\,dx_{2m}}{\sqrt{X_1X_2\ldots X_{2m}}}=0$$

findet immer statt, wenn unter den aus der Reihe

$$a_1, a_2, a_3, a_4, \ldots a_n$$

als Grenzen gewählten, ebenfalls nach ihrer Größe geordneten Wurzelgruppen:

$$\begin{array}{cccc} a_{\mu_1}, & a_{\mu_1+1}, & a_{\mu_2}, & a_{\mu_2+1} \\ a_{\mu_3}, & a_{\mu_3+1}, & a_{\mu_4}, & a_{\mu_4+1} \\ a_{\mu_5}, & a_{\mu_5+1}, & a_{\mu_6}, & a_{\mu_6+1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{\mu_{2m-1}}, & a_{\mu_{2m-1}+1}, & a_{\mu_{2m}}, & a_{\mu_{2m}+1} \end{array}$$

gleichgiltig ob das letzte Glied der einen mit dem ersten Gliede der folgenden übereinkomme oder nicht, wenigstens eine Gruppe enthalten ist, deren zwei Mittelglieder von einander verschieden sind.

Hiernach ist z. B. für $m = 2$

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} dx_2 \int_{a_3}^{a_4} dx_3 \int_{a_5}^{a_6} \frac{T dx_4}{\sqrt{X_1 X_2 X_3 X_4}} = 0$$

wie groß die Anzahl der Wurzeln a sein mag.

Aus dem vorigen Satz folgt, daß die geringste Anzahl von einander verschiedener Wurzeln a, welche in den Grenzen des $2m$fachen Integrals vorkommen müssen, damit es verschwinde, $2m+2$ beträgt.

Das Integral verschwindet nicht mehr, wenn in allen vorhin erwähnten Wurzelgruppen die beiden Mittelglieder einander gleich sind. Man denke sich wieder die als Grenzen gewählten Wurzeln nach ihrer Größe geordnet, und nehme an, die Integration in Bezug auf $x_1, x_2, \ldots x_{2m}$ habe zwischen den aufeinander folgenden Wurzelpaaren

$$\begin{array}{cccc} a_{\mu_1}, & a_{\mu_1+1}; & a_{\mu_1+1}, & a_{\mu_1+2} \\ a_{\mu_2}, & a_{\mu_2+1}; & a_{\mu_2+1}, & a_{\mu_2+2} \\ a_{\mu_3}, & a_{\mu_3+1}; & a_{\mu_3+1}. & a_{\mu_3+2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{\mu_m}, & a_{\mu_m+1}; & a_{\mu_m+1}, & a_{\mu_m+2} \end{array}$$

zu geschehen. Dann verschwinden die Integrale aller Glieder, aus welchen $P_{(1,2,\ldots 2m)}$ besteht, mit einziger Ausnahme des Integrals von $P_{1,2} P_{3,4} \ldots P_{2m-1,2m}$, welches nach der Gleichung (2) den Werth $(\pi\sqrt{-1})^m$ erhält.

Es findet daher die folgende Gleichung statt:

$$\int_{a_{\mu_1}}^{a_{\mu_1+1}} dx_1 \int_{a_{\mu_1+1}}^{a_{\mu_1+2}} dx_2 \int_{a_{\mu_2}}^{a_{\mu_2+1}} dx_3 \int_{a_{\mu_2+1}}^{a_{\mu_2+2}} dx_4 \cdots \int_{a_{\mu_m}}^{a_{\mu_m+1}} dx_{2m-1} \int_{a_{\mu_m+1}}^{a_{\mu_m+2}} \frac{T dx_{2m}}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m}}}$$

$$= (\pi\sqrt{-1})^m \qquad \ldots(3)$$

Die geringste Anzahl unter sich verschiedener Wurzeln, welche in den Grenzen vorkommen müssen, damit das Integral den angegebenen Werth erhalte, entspricht dem Falle, daß sie in ununterbrochener Folge, von irgend einem Gliede angefangen aus der Reihe $a_1, a_2, a_3, \ldots a_n$ gewählt werden, daß also

$$a_{\mu_2} = a_{\mu_1+2}, \quad a_{\mu_3} = a_{\mu_2+2}, \ldots a_{\mu_m} = a_{\mu_{m-1}+2}$$

sei. Jene geringste Anzahl verschiedener Wurzeln beträgt somit $2m+1$. Wird mit a_1 angefangen, so findet man die Gleichung:

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} dx_2 \int_{a_3}^{a_4} dx_3 \cdots \int_{a_{2m-1}}^{a_{2m}} dx_{2m-1} \int_{a_{2m}}^{a_{2m+1}} \frac{T dx_{2m}}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m}}} = (\pi\sqrt{-1})^m \ldots(4)$$

In diesen beiden Gleichungen kann, was kaum bemerkt zu werden braucht, die Anzahl n der Wurzeln beliebig größer als $2m+1$ sein.

Ich will noch den besondern Fall betrachten, in welchem $n = 2m+1$ ist und für welchen im Art. 11

$$T = \Delta . S_0 = (-1)^m . \frac{1.3.5 \ldots (2m-1)}{2^m} . \Delta$$

gefunden wurde. Für diese Annahme geht die vorige Gleichung über in die folgende:

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} dx_2 \int_{a_3}^{a_4} dx_3 \cdots \int_{a_{2m}}^{a_{2m+1}} \frac{\Delta\, dx_{2m}}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m}}}$$

$$= \frac{1}{(-1)^{\frac{m}{2}}} \cdot \frac{(2\pi)^m}{1.3.5 \ldots (2m-1)} \qquad \ldots(5)$$

Diese Gleichung läßt sich übrigens in durchaus reeller Form schreiben. Reducirt man nämlich mittelst der frühern Formel

$$\sqrt{X} = (-1)^{\frac{\nu-1}{2}} \sqrt{(-1)^{\nu-1} X}$$

die unter den Integralzeichen vorkommende Quadratwurzel auf das Product positiver und reeller Wurzelgrößen, so ergibt sich

$$\sqrt{X_1 X_2 X_3 \ldots X_{2m}} = (-1)^{m(m-\frac{1}{2})} \cdot \sqrt{+X_1} \cdot \sqrt{-X_2} \cdot \sqrt{+X_3} \ldots \sqrt{-X_{2m}}$$

und wenn man berücksichtigt, daß $(-1)^{m^2-m} = +1$ ist, so erscheint die Gleichung (5) in der Form

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} dx_2 \int_{a_3}^{a_4} dx_3 \ldots \int_{a_{2m}}^{a_{2m+1}} \frac{\Delta\, dx_{2m}}{\sqrt{+X_1} \cdot \sqrt{-X_2} \cdot \sqrt{+X_3} \ldots \sqrt{-X_{2m}}} = \frac{(2\pi)^m}{1.3.5 \ldots (2m-1)} \quad \ldots (6)$$

aus welcher man sich, da Δ für alle zwischen den Grenzen der Integrationen liegenden Werthe der Veränderlichen beständig positiv bleibt, von der Richtigkeit der Zeichenbestimmung unmittelbar überzeugen kann.

Die Gleichung (5) resp. (6), aus welcher sich für $m = 1$ die von Legendre entdeckte Relation zwischen den vollständigen elliptischen Integralen erster und zweiter Gattung ergibt, hat, nach einer im 19. B., S. 312 der Journals von Crelle vorkommenden Bemerkung zu schließen, zuerst Jacobi gefunden. Die später von Herrn Haedenkamp im 22. B. jenes Journals veröffentlichte Herleitung derselben liefert in Folge eines Versehens nicht das vorhin angegebene richtige Resultat.

15.

Der im Art. 12 betrachtete Ausdruck $P^{(1)}{}_{(1,2,3,\ldots 2m)}$ führt zu Ergebnissen, welche den soeben aus $P_{(1,2,3,\ldots 2m)}$ abgeleiteten analog sind. Man integrire die daselbst erhaltene Gleichung (4)

$$P^{(1)}{}_{(1,2,3,\ldots 2m-1)} = \frac{T^{(1)}}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m-1}}} \quad \ldots (1)$$

in Bezug auf jede der unabhängigen Veränderlichen $x_1, x_2, \ldots x_{2m-1}$ zwischen je zwei unmittelbar auf einander folgenden

Wurzeln der Gleichung $X=0$, und nehme zunächst wieder an, diese als Grenzen gewählten Wurzeln seien insgesammt verschieden, man habe also $n \geqq 4m-2$. Werden diese Wurzeln mit

$$a_{\mu_1} \text{ und } a_{\mu_1+1},\ a_{\mu_2} \text{ und } a_{\mu_2+1}, \ldots a_{\mu_{2m-1}} \text{ und } a_{\mu_{2m-1}+1}$$

bezeichnet, so überzeugt man sich aus den im vorigen Art. angegebenen Gründen leicht von der Richtigkeit der folgenden Gleichung:

$$\int_{a_{\mu_1}}^{a_{\mu_1+1}} dx_1 \int_{a_{\mu_2}}^{a_{\mu_2+1}} dx_2 \ldots \int_{a_{\mu_{2m-1}}}^{a_{\mu_{2m-1}+1}} \frac{T^{(1)} dx_{2m-1}}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m-1}}} = 0 \quad \ldots(2)$$

worin $T^{(1)}$ die in den Art. 12 und 13 näher bestimmte Bedeutung hat. Aber auch diese Gleichung findet noch statt, wenn eine oder selbst mehrere Wurzeln als obere Grenze des einen und dann als untere Grenze des folgenden Integrals vorkommen, ganz analog wie dies bei der Gleichung (1) des vorigen Art. der Fall sein durfte. Man kann die Bedingung hierfür allgemein wie folgt bezeichnen.

Die Gleichung (2) findet statt, wenn unter den aus der Reihe $a_1, a_2, a_3, \ldots a_n$ als Grenzen gewählten, ebenfalls nach der Größe der einzelnen Wurzeln geordneten Gruppen:

$$\begin{array}{cccccc}
a_{\mu_1}, & a_{\mu_1+1}, & a_{\mu_2}, & a_{\mu_2+1}, & a_{\mu_3}, & a_{\mu_3+1} \\
a_{\mu_4}, & a_{\mu_4+1}, & a_{\mu_5}, & a_{\mu_5+1}, & a_{\mu_6}, & a_{\mu_6+1} \\
a_{\mu_7}, & a_{\mu_7+1}, & a_{\mu_8}, & a_{\mu_8+1}, & a_{\mu_9}, & a_{\mu_9+1} \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
a_{\mu_{2m-3}}, & a_{\mu_{2m-3}+1}, & a_{\mu_{2m-2}}, & a_{\mu_{2m-2}+1}, & a_{\mu_{2m-1}}, & a_{\mu_{2m-1}+1}
\end{array}$$

wenigstens eine Gruppe vorkommt, worin das zweite von dem dritten und das vierte von dem fünften Gliede verschieden ist.

Hiernach ist z. B. für $m=3$:

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} dx_2 \int_{a_3}^{a_4} dx_3 \int_{a_5}^{a_6} dx_4 \int_{a_7}^{a_8} \frac{T^{(1)} dx_5}{\sqrt{X_1 X_2 X_3 X_4 X_5}} = 0$$

Man sieht, daß auch hier die kleinste Zahl von einander verschiedener Wurzeln a, welche in den Grenzen des $2m-1$ fachen Integrals vorkommen müssen, damit es verschwinde, $2m+2$ beträgt.

Von den Fällen, in welchen das Integral nicht verschwindet, verdient derjenige besondere Beachtung, bei welchem die Grenzen der Integrationen nach $x_1, x_2, \ldots x_{2m-1}$ sich unmittelbar an einander anschließen, also, von irgend einem Gliede angefangen, aus der Reihe der Wurzeln $a_1, a_2, a_3, \ldots a_n$, wie diese auf einander folgen, genommen werden. Es seien

$$a_\mu \text{ und } a_{\mu+1}, \quad a_{\mu+1} \text{ und } a_{\mu+2}, \ldots a_{\mu+2m-2} \text{ und } a_{\mu+2m-1}$$

die Grenzen resp. von $x_1, x_2, \ldots x_{2m-1}$, in welchen, wie man sieht, $2m$ verschiedene Wurzeln vorkommen. Geht man nun auf die Gleichung (1) des Art. 12 zurück, welche heißt:

$$P^{(1)}_{(1,2,3,\ldots 2m-1)} =$$

$$P_1 P_{(2,3,4,\ldots 2m-1)} + P_2 P_{(3,4,5,\ldots 2m-1,1)} + P_3 P_{(4,5,\ldots 2m-1,1,2)}$$
$$+ \ldots + P_r P_{(r+1,r+2,\ldots 2m-1,1,2,\ldots r-1)} + \ldots + P_{2m-1} P_{(1,2,3,\ldots 2m-2)} \quad \ldots(3)$$

so verschwinden in dem Integral dieser Gleichung in Folge der getroffenen Wahl der Grenzen, und dem vorigen Art. gemäß, alle Glieder rechter Hand, welche die Factoren $P_2, P_4, \ldots P_{2m-2}$ enthalten. Denn betrachtet man z. B. das Integral des Factors von P_2, nämlich

$$\int_{a_{\mu+2}}^{a_{\mu+3}} dx_3 \int_{a_{\mu+3}}^{a_{\mu+4}} dx_4 \ldots \int_{a_{\mu+2m-2}}^{a_{\mu+2m-1}} dx_{2m-1} \int_{a_\mu}^{a_{\mu+1}} P_{(3,4,5,\ldots 2m-1,1)}\, dx_1$$

so verschwindet dies wegen der Verschiedenheit der obern und untern Grenze resp. von x_{2m-1} und x_1, und dasselbe ist der Fall bei den Factoren, welche aus $P_{(2,3,4,\ldots 2m-1)}$ durch eine ungerade Anzahl von Versetzungen der Indices hervorgehen.

Anders verhält sich dies bei den Factoren, bei welchen diese Anzahl eine gerade ist; hier liefert jede Integration den Factor $\pi\sqrt{-1}$ und erhält man daher die Gleichung:

$$\int_{a_\mu}^{a_{\mu+1}} dx_1 \int_{a_{\mu+1}}^{a_{\mu+2}} dx_2 \cdots \int_{a_{\mu+2m-2}}^{a_{\mu+2m-1}} P^{(1)}(1,2,3,\ldots 2m-1)\, dx_{2m-1} =$$

$$\left(\pi\sqrt{-1}\right)^{m-1} \cdot \left\{ \int_{a_\mu}^{a_{\mu+1}} P_1 dx_1 + \int_{a_{\mu+2}}^{a_{\mu+3}} P_3 dx_3 + \ldots + \int_{a_{\mu+2m-2}}^{a_{\mu+2m-1}} P_{2m-1}\, dx_{2m-1} \right\}$$

worin

$$P_t = \frac{f(x_t)}{\sqrt{X_t}}$$

und $f(x)$ vom p. Grade ist. Reducirt man die rechts unter den Integralzeichen vorkommenden Wurzelgrößen nach den Bestimmungen des Art. 14 und nach den Intervallen, in welchen jedesmal x_t liegt, auf ihre reellen und positiven Werthe, so ist, wenn n als ungerad vorausgesetzt wird, in $P_1, P_3, P_5, \ldots P_{2m-1}$ der Ordnung nach

$$\sqrt{X_1} = (-1)^{\frac{\mu-1}{2}} \sqrt{(-1)^{\mu-1} X_1} = +(-1)^{\frac{\mu-1}{2}} \sqrt{(-1)^{\mu-1} X_1}$$

$$\sqrt{X_3} = (-1)^{\frac{\mu+1}{2}} \sqrt{(-1)^{\mu+1} X_3} = -(-1)^{\frac{\mu-1}{2}} \sqrt{(-1)^{\mu-1} X_3}$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$\sqrt{X_{2m-1}} = (-1)^{\frac{\mu+2m-3}{2}} \sqrt{(-1)^{\mu+2m-3} X_{2m-1}} = (-1)^{m-1} (-1)^{\frac{\mu-1}{2}} \sqrt{(-1)^{\mu-1} X_{2m-1}}$$

zu setzen und erhält man nun die Gleichung

$$\frac{1}{(-1)^{\frac{m-1}{2}} \cdot \pi^{m-1}} \cdot \int_{a_\mu}^{a_{\mu+1}} dx_1 \int_{a_{\mu+1}}^{a_{\mu+2}} dx_2 \cdots \int_{a_{\mu+2m-2}}^{a_{\mu+2m-1}} \frac{T^{(1)} dx_{2m-1}}{\sqrt{X_1 X_2 \cdots X_{2m-1}}} = \quad \ldots (4)$$

$$\int_{a_\mu}^{a_{\mu+1}} \frac{f(x)\,dx}{\sqrt{(-1)^{\mu-1} X}} - \int_{a_{\mu+2}}^{a_{\mu+3}} \frac{f(x)\,dx}{\sqrt{(-1)^{\mu-1} X}} + \ldots + (-1)^{m-1} \int_{a_{\mu+2m-2}}^{a_{\mu+2m-1}} \frac{f(x)\,dx}{\sqrt{(-1)^{\mu-1} X}}$$

wobei rechter Hand, der Einfachheit wegen, alle Veränderlichen mit x bezeichnet wurden.

Wird n als gerad vorausgesetzt, so ist in den vorigen Gleichungen für die Reduction der Quadratwurzeln $\mu+1$ für μ zu setzen und ergibt sich

$$\frac{1}{(-1)^{\frac{m-\mu-1}{2}}.\pi^{m-1}}\int_{a_\mu}^{a_{\mu+1}}dx_1\int_{a_{\mu+1}}^{a_{\mu+2}}dx_2\ldots\int_{a_{\mu+2m-2}}^{a_{\mu+2m-1}}\frac{T^{(1)}dx_{2m-1}}{\sqrt{X_1X_2\ldots X_{2m-1}}}=$$

$$\ldots(5)$$

$$\int_{a_\mu}^{a_{\mu+1}}\frac{f(x)\,dx}{\sqrt{(-1)^\mu X}}-\int_{a_{\mu+2}}^{a_{\mu+3}}\frac{f(x)\,dx}{\sqrt{(-1)^\mu X}}+\ldots+(-1)^{m-1}\int_{a_{\mu+2m-2}}^{a_{\mu+2m-1}}\frac{f(x)\,dx}{\sqrt{(-1)^\mu X}}$$

Um einen besondern Fall dieser Gleichung zu betrachten, sei

$$\mu=1,\quad n=2m\quad\text{und}\quad p=m-1$$

Dann ist, wie im Art. 13 gezeigt wurde:

$$T^{(1)}=\frac{2.4.6\ldots(2m-2)}{2^{m-1}}.\Delta^{(1)}$$

und findet man

$$\frac{2.4.6\ldots(2m-2)}{(-1)^{\frac{m}{2}-1}.2^{m-1}\pi^{m-1}}\int_{a_1}^{a_2}dx_1\int_{a_2}^{a_3}dx_2\ldots\int_{a_{2m-1}}^{a_{2m}}\frac{\Delta^{(1)}dx_{2m-1}}{\sqrt{X_1X_2\ldots X_{2m-1}}}$$

$$=\int_{a_1}^{a_2}\frac{x^{m-1}dx}{\sqrt{-X}}-\int_{a_3}^{a_4}\frac{x^{m-1}dx}{\sqrt{-X}}+\ldots+(-1)^{m-1}\int_{a_{2m-1}}^{a_{2m}}\frac{x^{m-1}dx}{\sqrt{-X}}$$

Nach einer der zu Anfang des Art. 7 entwickelten Gleichungen ist aber das Aggregat der Integrale rechter Hand $=(-1)^{m-1}.\pi$ und da

$$(-1)^{\frac{m}{2}+m-2}=\frac{1}{(-1)^{\frac{m}{2}}}$$

ist, so kann die vorige Gleichung auch wie folgt geschrieben werden:

$$\int_{a_1}^{a_2}dx_1\int_{a_2}^{a_3}dx_2\int_{a_3}^{a_4}dx_4\ldots\int_{a_{2m-1}}^{a_{2m}}\frac{\Delta^{(1)}dx_{2m-1}}{\sqrt{X_1X_2\ldots X_{2m-1}}}$$

$$=\frac{1}{(-1)^{\frac{m}{2}}}.\frac{2^{m-1}.\pi^m}{2.4.6\ldots(2m-2)}\qquad\ldots(6)$$

Auch diese Gleichung läßt sich in eine stets reell bleibende Form bringen; denn reducirt man mittelst der früher für gerade n angegebenen Formel

$$\sqrt{X} = (-1)^{\frac{\nu}{2}} \sqrt{(-1)^{\nu} X}$$

die auf der linken Seite vorkommende Quadratwurzel auf das Product positiver und reeller Wurzelgrößen, so findet man

$$\sqrt{X_1 X_2 X_3 \ldots X_{2m-1}} = (-1)^{m(m-\frac{1}{2})} \sqrt{-X_1} \cdot \sqrt{+X_2} \cdot \sqrt{-X_3} \ldots \sqrt{-X_{2m-1}}$$

und es kann daher statt der Gleichung (6) die folgende gesetzt werden:

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} dx_2 \int_{a_3}^{a_5} dx_3 \ldots \int_{a_{2m-1}}^{a_{2m}} \frac{\Delta^{(1)}\, dx_{2m-1}}{\sqrt{-X_1} \cdot \sqrt{+X_2} \cdot \sqrt{-X_3} \ldots \sqrt{-X_{2m-1}}} = \frac{2^{m-1} \cdot \pi^m}{2.4.6 \ldots (2m-2)} \quad \ldots (7)$$

Da $\Delta^{(1)}$ innerhalb der Grenzen der Integration stets positiv bleibt, so ergibt sich, rücksichtlich der Zeichen, unmittelbar die Richtigkeit dieser Gleichung. Auch das hier betrachtete Integral kommt in der oben erwähnten Abhandlung von Haedenkamp vor; der darin gefundene Werth ist aber ebenfalls nicht richtig. Dasselbe gilt, rücksichtlich des Zeichens, von dem Ausdruck, welcher neulich im 71. Bande des Journals von Crelle-Borchardt S. 135 als Werth jenes Integrals für ein gerades n angegeben wurde.

Im Art. 13 geschah des Falles Erwähnung, daß bei Bildung des Ausdrucks $P^{(1)(1,2,3,\ldots 2m-1)}$ die Annahme

$$P_t = \frac{X_t'}{2\sqrt{X_t}}, \quad p = n-1$$

gemacht und dieser entsprechend die in der Gleichung (1) vorkommende Function $T^{(1)}$, deren Grad $m(n-2)+1$ beträgt, berechnet werde.

Auch wurde bemerkt, daß, wenn $n = 2m-1$ gesetzt wird, die Gleichung

$$P^{(1)(1,2,3,\ldots 2m-1)} = (-1)^{m-1} \cdot \frac{1.3.5 \ldots (2m-1)}{2^m} \cdot \frac{\Delta^{(1)}}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m-1}}} \quad \ldots (8)$$

erhalten wird, worin nun die Anzahl der Wurzeln a der Zahl der Veränderlichen x gleich ist, was bisher nicht der Fall war. Es sei

um $b > a_{2m-1}$ eine über allen Wurzeln liegende Größe und es werde die vorige Gleichung nach x_1 zwischen a_1 und a_2, nach x_2 zwischen a_2 und a_3, ... nach x_{2m-2} zwischen a_{2m-2} und a_{2m-1}, endlich nach x_{2m-1} zwischen den Grenzen a_{2m-1} und b integrirt.

Da alsdann für alle Werthe von $\mu = 1, 2, 3, \ldots (2m-2)$ offenbar

$$\int_{a_\mu}^{a_{\mu+1}} P_\mu dx_\mu = 0$$

dagegen

$$\int_{a_{2m-1}}^{b} P_{2m-1}\, dx_{2m-1} = \sqrt{(b-a_1)(b-a_2)\ldots(b-a_{2m-1})}$$

und

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} dx \ldots \int_{a_{2m-2}}^{a_{2m-1}} P_{(1,2,3,\ldots 2m-2)}\, dx_{2m-2} = (\pi\sqrt{-1})^{m-1}, \quad m \geq 2$$

so ergibt sich im Hinblick auf die Gleichungen (3) und (8) die Formel

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} dx_2 \ldots \int_{a_{2m-2}}^{a_{2m-1}} dx_{2m-2} \int_{a_{2m-1}}^{b} \frac{\Delta^{(1)} dx_{2m-1}}{\sqrt{X_1 X_2 \ldots X_{2m-1}}}$$

$$= \frac{1}{(-1)^{\frac{m-1}{2}}} \cdot \frac{2^m \cdot \pi^{m-1}}{1.3.5\ldots(2m-1)} \cdot \sqrt{(b-a_1)(b-a_2)\ldots(b-a_{2m-1})}, \quad m \geq 2$$

Reducirt man auch hier alle Quadratwurzeln auf ihre positiven und reellen Werthe, was, da $n = 2m-1$ ungerade ist, nach der Gleichung

$$\sqrt{X} = (-1)^{\frac{\nu-1}{2}} \sqrt{(-1)^{\nu-1} X}$$

zu geschehen hat, so erhält das vorige Resultat die Form:

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} dx_2 \ldots \int_{a_{2m-1}}^{b} \frac{\Delta^{(1)} dx_{2m-1}}{\sqrt{+X_1} \cdot \sqrt{-X_2} \cdot \sqrt{+X_3} \ldots \sqrt{+X_{2m-1}}}$$

$$= \frac{2^m \cdot \pi^{m-1}}{1.3.5\ldots(2m-1)} \cdot \sqrt{(b-a_1)(b-a_2)\ldots(b-a_{2m-1})}, \quad m \geq 2 \qquad \ldots (9$$

worin $\Delta^{(1)}$ die im Art. 12 angegebene Bedeutung hat.

Diese Gleichung stellt die, wie ich glaube, noch nicht bekannte Verallgemeinerung einer von Lamé (Journal von Liouville B. 2, S. 167) gefundenen Gleichung dar, welche aus (9) für $m=2$ erhalten werden kann. Es ergibt sich nämlich:

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} dx_2 \int_{a_3}^{b} \frac{(x_2-x_1)(x_3-x_1)(x_3-x_2)}{\sqrt{+X_1}.\sqrt{-X_2}.\sqrt{+X_3}}\, dx_3$$

$$= \frac{4}{3}\pi . \sqrt{(b-a_1)(b-a_2)(b-a_3)}$$

worin allgemein

$$X=(x-a_1)(x-a_2)(x-a_3)$$

ist. Setzt man nun $a_1=0$, und transformirt zugleich das Integral dadurch, daß x_1^2 für x_1, x_2^2 für x_2 und x_3^2 für x_3 eingeführt wird, so gelangt man zu der erwähnten Gleichung.

Aus (9) ergibt sich, wenn man nach b differentiirt und zugleich $m+1$ für m setzt:

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} dx_2 \ldots \int_{a_{2m}}^{a_{2m+1}} \frac{(b-x_1)(b-x_2)\ldots(b-x_{2m}).\Delta . dx_{2m}}{\sqrt{+X_1}.\sqrt{-X_2}.\sqrt{+X_3}\ldots\sqrt{-X_{2m}}}$$

$$= \frac{(2\pi)^m}{1.3.5\ldots(2m+1)} \cdot \left[\frac{dX}{dx}\right]_{x=b} \qquad \ldots(10)$$

worin Δ die bisherige, im Art. 10 angegebene Bedeutung hat und

$$X=(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_{2m+1})$$

ist. Es sei

$$X=\alpha_0 x^{2m+1}-\alpha_1 x^{2m}+\ldots+(-1)^\nu \alpha_\nu x^{2m-\nu+1}+\ldots+\alpha_{2m-1}x-\alpha_{2m}$$

und

$$(b-x_1)(b-x_2)(b-x_3)\ldots(b-x_{2m})$$

$$=\xi_0 b^{2m}-\xi_1 b^{2m-1}+\ldots+(-1)^\nu \xi_\nu b^{2m-\nu}+\ldots-\xi_{2m-2}b+\xi_{2m-1}$$

also $\alpha_0 = 1$, $\xi_0 = 1$. Denkt man sich nun beide Seiten der Gleichung (10) nach Potenzen von b entwickelt, so ergibt sich durch Vergleichung der Coëfficienten von $b^{2m-\nu}$ das Resultat:

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} dx_2 \ldots \int_{a_{2m}}^{a_{2m+1}} \frac{\xi_\nu . \Delta . dx_{2m}}{\sqrt{+X_1}\sqrt{-X_2}\sqrt{+X_3}\ldots\sqrt{-X_{2m}}} = \frac{(2m-\nu+1)(2\pi)^m}{1.3.5\ldots(2m+1)} \cdot \alpha_\nu \quad \ldots(11)$$

Für $\nu = 0$ folgt hieraus wieder die Gleichung (5) des Art. 14.

Auch von der Gleichung (11) ist meines Wissens blos der $m = 1$, $\nu = 1$ und $\nu = 2$ entsprechende Fall bekannt, welcher ebenfalls von Lamé a. a. O. mittelst geometrischer Betrachtungen abgeleitet und rücksichtlich seines Zusammenhanges mit dem früher genannten Legendre'schen Theorem von Poisson näher erörtert worden ist. Für jene Werthe von m und ν erhält man nämlich die beiden Gleichungen

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_2 \int_{a_2}^{a_3} \frac{(x_2-x_1)(x_2+x_1)}{\sqrt{+X_1}.\sqrt{-X_2}}\, dx_2 = \frac{4}{3}\pi.(a_1+a_2+a_3)$$

$$\int_{a_1}^{a_2} dx_1 \int_{a_2}^{a_3} \frac{(x_2-x_1)x_2x_1}{\sqrt{+X_1}.\sqrt{-X_2}}\, dx_2 = \frac{2}{3}\pi.(a_1a_2+a_2a_3+a_3a_1)$$

worin wieder

$$X = (x-a_1)(x-a_2)(x-a_3)$$

ist. Wird darin $a_1 = 0$, $a_2 = b^2$, $a_3 = c^2$ und x_1^2 für x_1, x_2^2 für x_2 gesetzt, so gehen diese Gleichungen über in die folgenden:

$$\int_0^b dx_1 \int_b^c \frac{(x_2^4-x_1^4)\,dx_2}{\sqrt{(b^2-x_1^2)(c^2-x_1^2)(x_2^2-b^2)(c^2-x_2^2)}} = \frac{\pi}{3}(b^2+c^2)$$

$$\int_0^b dx_2 \int_b^c \frac{(x_2^2-x_1^2)x_2x_1\,dx_2}{\sqrt{(b^2-x_1^2)(c^2-x_1^2)(x_2^2-b^2)(c^2-x_2^2)}} = \frac{\pi}{6}b^2c^2$$

welche mit den von Poisson angegebenen übereinstimmen.

Am Schlusse des Art. 13 wurde gezeigt, daß für X auch eine gebrochene Function angenommen werden könne, ohne daß $P_{r,s}$ eine alternirende Function zu sein aufhört. Macht man diese Annahme und befolgt des Weitern einen dem bisherigen analogen Weg, so gelangt man zu anderen allgemeinen Resultaten, die jedoch hier nicht mehr Platz finden können und mit welchen ich bei einer spätern Gelegenheit mich beschäftigen werde.

Zur Kenntniß einiger Zuckerarten, (Glucose, Rohrzucker, Levulose, Sorbin, Phloroglucin).

Von H. Hlasiwetz und J. Habermann.

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Mai 1870.)

Vor mehreren Jahren veröffentlichte der Eine von uns ein Verfahren, aus dem Milchzucker eine neue Säure zu gewinnen. (Ann. d. Ch. Pharm. CXX, 281).

Eine wässrige Lösung des Zuckers wurde in verschlossenen Gefäßen bei 100° mit Brom behandelt, und der entstandenen bromhaltigen Substanz das Brom durch Silberoxyd wieder entzogen. Bei der näheren Untersuchung der so entstandenen Säure betheiligte sich L. Barth (Ann. d. Ch. Pharm. CXXII, 96) und es wurde festgestellt, daß sie die Formel $C_6H_{10}O_6$ besitzt, und ihre Bildung wahrscheinlich durch das Zwischenglied $C_6H_{10}O_5Br_2$ zu Stande kommt, welches mit Silberoxyd sich in Bromsilber und die neue Säure umsetzt.

Schon damals vorgenommene Versuche, nach diesem Verfahren auch aus anderen Zuckerarten analoge Säuren zu erhalten, scheiterten daran, daß in den meisten Fällen sich Bromwasserstoff bildet, der tiefere Zersetzungen zu humusartigen Producten veranlaßt, von denen eine allenfalls nebenbei entstandene Säure zu trennen unmöglich war.

Diese Säure aus dem Milchzucker, die isomer mit der Diglycoläthylensäure gefunden und deßhalb Isodiglycoläthylensäure genannt wurde, blieb vereinzelt und ihre Constitution unerörtert. Gleichwohl konnte man annehmen, daß auch andere Zuckerarten analoge Derivate zu geben im Stande wären, wenn man die Bedingungen entsprechend änderte.

Der beim Milchzucker eintretende Vorgang bot uns Interesse genug, Versuche dieser Art wieder aufzunehmen, von denen wir uns Erfahrungen versprachen, die geeignet sein könnten neue Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Constitution der Zucker zu gewinnen. Bisher theilt man sie zunächst nach ihrer Fähigkeit oder Unfähigkeit zu vergähren in zwei Hauptklassen.

Es war darum wichtig Repräsentanten jeder dieser Klassen der Untersuchung zu unterziehen, und zu ermitteln, ob die, nur erst beim Milchzucker gekannte Überführung in eine Säure, mit dieser Fähigkeit im Zusammenhange steht. Es hat sich in der That gezeigt, daß die Gährungsfähigkeit auch parallel geht, mit der Fähigkeit eine solche Säure zu bilden, die noch den Kohlenstoffgehalt des Zuckers unverändert besitzt, daß aber schwer oder nicht gährende Zuckerarten in andere Säuren übergehen, die kohlenstoffärmer sind.

Wir beschreiben zunächst die höchst einfache Methode nach welcher wir zu bestimmten Säuren aus den untersuchten Zuckerarten gelangt sind [1]).

Das beim Milchzucker befolgte Verfahren ist nur dahin abgeändert, daß statt Brom, Chlor angewendet und bei gewöhnlicher Temperatur, in freilich viel längerer Zeit vollführt wurde, was dort Brom in der Hitze schnell bewirkte: die Bildung gechlorter Produkte, welche durch Silberoxyd sich in Säuren verwandeln lassen, oder an sich schon chlorhaltige Säuren sind.

Die ziemlich verdünnten Lösungen der obengenannten Zuckerarten wurden in retortenartigen Gefäßen, die mit ihrem zu einer Kugel ausgebauchten Halse nach oben gekehrt waren, so lange mit Chlorgas behandelt, als noch eine Absorption wahrzunehmen war. Diese Behandlung muß bei etwas größeren Mengen (wir wandten niemals unter 100 Grm. an) wenigstens 4 bis 5 Tage lang fortgesetzt werden. Die, überschüssiges Chlor enthaltende Flüssigkeit wurde durch hindurchgesaugte Luft von diesem Chlorgehalt befreit, dann in einer Schale erwärmt und ein Schlamm von Silberoxyd so lange eingetragen, bis die Flüssigkeit neutral war. Dann wurde schnell filtrirt, mit siedendem Wasser lange nachgewaschen, die Filtrate — die in der Regel sich bald von reducirtem Silber zu trüben und bräunen beginnen — sofort mit Schwefelwasserstoff behandelt, das

[1]) Bald nach dem Erscheinen der Abhandlung über den Milchzucker hat C. W. Blomstrand eine vorläufige Notiz veröffentlicht, daß er ähnliche Versuche, mit Brom und Wasser organische Substanzen zu oxydiren angestellt habe. (Ann. d. Ch. Pharm. CXXIII 248). Er kündigte auch sofort eine größere Anzahl neuer Säuren an, die in solcher Weise aus Benzol, Toluol, Naphtalin, Phenylalkohol, Mannit, Zucker, Glycerin und Harnsäure entstehen. Da er indessen seit 8 Jahren keine dieser Säuren näher beschrieben hat, so schien es uns nicht geboten, die Ausführung und Ausdehnung unserer Versuche länger zu verschieben.

Schwefelsilber abfiltrirt und die meistens ganz wasserklare Flüssigkeit auf dem Wasserbade concentrirt.

Soweit war das Verfahren bei allen angewandten Zuckerarten dasselbe.

Traubenzucker.

Bildung der Gluconsäure $C_6H_{12}O_7$.

Es gelingt nicht, das nächste Product der Chlorung des Traubenzuckers zu isoliren und rein darzustellen. Die Zuckerlösung ist nach einer selbst 8 bis 10 Tage fortgesetzten Chlorung, nachdem man Luft durch dieselbe aspirirt hat, vollständig wasserklar und farblos. Erhitzt man sie, so beginnt sie sich zu färben und wird während des Siedens tiefbraun. Verdampft man sie unter der Luftpumpe, so kann man einen sehr sauren, fast ungefärbten Syrup erhalten, der jedoch nach kurzer Zeit sich unter Salzsäurebildung von selbst zersetzt. Dabei wird er dunkler und endlich ganz schwarz. Eine vom überschüssigen Chlor befreite gechlorte Zuckerlösung enthält niemals größere Mengen freier Salzsäure, in keinem Fall so viel als sie enthalten müßte, verdrängte das Chlor Wasserstoff aus dem Zucker unter Salzsäurebildung. Beim Erwärmen gibt Ammoniak fast gar keine Salmiaknebel, und man muß lange Zeit destilliren, bevor das Destillat eine irgend erhebliche Silberreaction zeigt. Nach mehreren mißglückten Proben wurde es aufgegeben diese chlorhaltige Verbindung abzuscheiden und ihre Lösung wurde weiter mit Silberoxyd zersetzt.

Man beobachtet hiebei, daß die ersten Parthien des Silberschlammes, die man einträgt, Chlorsilber geben, welches, so lange die Flüssigkeit noch sehr sauer ist, schwer und käsig am Boden liegt, während die Flüssigkeit sofort klar wird. In dem Maße, als die Flüssigkeit sich der Sättigung nähert, klärt sie sich weniger schnell und bleibt milchig. Ist die Sättigung endlich eingetreten, so sinkt der bishin sehr voluminöse graue käsige Schlamm zusammen und wird braun. Nun reagirt die Flüssigkeit auf Lakmuspapier nicht mehr, man filtrirt sie schnell und verfährt wie oben gesagt. Die ziemlich concentrirte Lösung der so erhaltenen freien Säure wurde parthienweise mit den kohlensauren Salzen des Calciums, Baryums, Cadmiums und des Zinkes gesättigt. Es zeigte sich, daß die Cal-

cium- und die Baryumverbindungen am geeignetsten seien, um die Säure zu reinigen. Nach mehreren Tagen findet man, daß die syrupöse Lauge des Kalksalzes krümliche Krystalle anzusetzen beginnt.

Einmal begonnen, schreitet die Krystallisation rasch fort und das Ganze wird in der Regel zu einem weichen Krystallbrei. Manchmal indessen stehen solche Lösungen mehrere Wochen lang, ohne Krystalle zu bilden. Öfteres Verdünnen der eingedickten Laugen und Kratzen an den Gefäßwänden beschleunigt meistens den Proceß. Schließlich wird der Krystallbrei zwischen Leinwand in einer Schraubenpresse von der Mutterlauge befreit, dann mit Thierkohle entfärbt und umkrystallisirt. Die Salze reinigen sich leicht, und es ist besonders für das Kalksalz charakteristisch, daß es in Gruppen verwachsener Wärzchen, die aus feinen Nadeln bestehen, krystallisirt, und während des Krystallisirens Rinden bildet, die von den Gefäßwänden sich losbiegend aus der Flüssigkeit herauswachsen. Das reine

Kalksalz bildet, unter dem Mikroskop zerdrückt, prismatische Nadeln. Es ist im kalten Wasser nicht allzu löslich, leicht jedoch beim Erwärmen. Im feuchten Zustande hat es eine Neigung zu schimmeln. Es enthält Krystallwasser, welches beim Erwärmen bis 120° vollständig entwichen ist. Die Analyse führte zur Formel

$$C_6H_{11}C_2O_7$$ [1])

I. 0·553 Grm. Substanz gaben 0·669 Grm. Kohlensäure und 0·2517 Grm. Wasser.

II. 0·3904 Grm. Substanz gaben 0·4758 Grm. Kohlensäure und 0·1769 Grm. Wasser.

III. 0·2944 Grm. Substanz gaben 0·0947 Grm. schwefelsauren Kalk.

IV. 0·5973 Grm. Substanz verloren bei 120° 0·0457 Grm. Wasser.

---

[1]) Ca = 20.

	Berechnet	Gefunden I	II	III
C_6 ...	33·49	32·99	33·24	—
H_{11} ...	5·12	5·06	5·03	—
Ca ...	9·35	—	—	9·46
O_7 ..	52·05	—	—	—
	100·0			
H_2O ...	7·7	7·6.		

Bleisalz. Es ist ein kreideweißer voluminöser Niederschlag, den basisch essigsaures Bleioxyd in einer Lösung des Kalksalzes hervorbringt. (Eine Lösung von neutralem essigsaurem Bleioxyd fällt die Lösung des Kalksalzes nicht.)

Nach dem Auswaschen und Trocknen bei 120° ist seine Zusammensetzung

$$C_6H_8\overset{II}{Pb_2}O_7.$$

I. 0·542 Grm. Substanz gaben 0·230 Grm. Kohlensäure und 0·068 Grm. Wasser.

II. 0·969 Grm. Substanz gaben 0·4602 Grm. Kohlensäure und 0·117 Grm. Wasser.

III. 0·3537 Grm. Substanz gaben 0·2592 Grm. Bleioxyd.

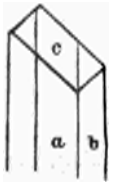
	Berechnet	Gefunden I	II	III
C_6 ...	11·88	11·57	11·44	—
H_8 ...	1·32	1·39	1·34	—
Pb_2....	68·31	—	—	68·02
O_7 ...	18·49	—	—	—
	100·00			

Das Bleisalz diente dazu, die freie Säure mit Schwefelwasserstoff abzuscheiden, welche wir

Gluconsäure nennen wollen (conform der Benennung Lactonsäure für die Säure aus dem Milchzucker). Ihre so erhaltene farblose Lösung wurde unter der Luftpumpe eingedampft. Die Gluconsäure ist ein fast farbloser Syrup (nach 3 Monate langem Stehen wenigstens hatte sich noch keine Krystallisation gezeigt). Sie schmeckt stark

und angenehm sauer, ist in starkem Weingeist unlöslich; ihre wässrige Lösung wird von Metallsalzen nicht gefällt. Sie reducirt eine Fehling'sche Kupferlösung wie Traubenzucker.

Barytsalz. Durch Sättigen der freien Säuren mit kohlensaurem Baryt erhalten. Es bildet prismatische Krystalle mit schiefer Abstumpfungsfläche *c*. Diese Fläche *c* ist nur sehr klein und ziemlich stark gekrümmt, so daß ihre Neigung gegen die Prismenflächen nicht bestimmt werden konnte $a : b = 76° 25'$.



Die Analyse gab die Formel

$$C_6H_{11}BaO_7 + 1\frac{1}{2}H_2O$$ [1]).

I. 0·2866 Grm. Substanz gaben 0·2858 Grm. Kohlensäure und 0·1165 Grm. Wasser.

II. 0·3889 Grm. Substanz gaben 0·1732 Grm. schwefelsauren Baryt.

III. 0·7535 Grm. Substanz verloren bei 120° 0·0698 Grm. Wasser.

	Berechnet	Gefunden I	Gefunden II	Gefunden III
C_6	27·32	27·26	—	—
H_{11}	4·17	4·51	—	—
Ba	26·00	—	26·18	—
O_7	42·51	—	—	—
	100·00			
$1\frac{1}{2}H_2O$	9·64	—	—	9·43

Cadmiumsalz. Aus freier Säure mittelst kohlensaurem Cadmiumoxyd erhalten. Es ist nicht krystallisirt. Die ziemlich concentrirte Lösung wurde mit Alkohol gefällt. Die weißen Flocken getrocknet gaben zerrieben ein weißes Pulver.

0·4201 Grm. Substanz, bei 120° getrocknet, gaben 0·4342 Grm. Kohlensäure und 0·1648 Grm. Wasser.

	$C_6H_{11}CdO_7$	Gefunden
C	28·68	28·19
H	4·38	4·36

[1]) Ba = 68·5.

Gluconsäure-Äthyläther-Chlorcalcium. Diese gut krystallisirende Verbindung entsteht, wenn man auf Gluconsäure das Verfahren anwendet, nach welchem Heinz den Äther der Zuckersäure dargestellt hat. Das Kalksalz wird mit absolutem Alkohol zu einem Schlamme zerrieben, und in denselben trocknes salzsaures Gas geleitet. Nach kurzer Zeit löst sich das Salz, bald darauf trübt sich die Flüssigkeit, und es scheidet sich weiterhin eine ansehnliche Menge kleiner völlig farbloser Krystalle der neuen Verbindung aus. Zwischen Leinwand in einer Schraubenpresse abgepreßt und unter der Luftpumpe getrocknet, gaben sie Zahlen, welche zur Formel

führen. $$2[C_6H_{11}(C_2H_5)O_7]+\overset{II}{C}aCl_2$$

I. 0·364 Grm. Substanz gaben 0·456 Grm. Kohlensäure und 0·1893 Grm. Wasser

II. 0·3747 Grm. Substanz gaben 0·0946 Grm. schwefelsauren Kalk.

III. 0·4922 Grm. Substanz gaben 0·2558 Grm. Chlorsilber.

	Berechnet	Gefunden I	Gefunden II	Gefunden III
C_{16} ...	34·34	34·17	—	—
H_{22} ..	5·72	5·78	—	—
Ca ...	7·15	—	7·42	—
Cl_2 ...	12·70	—	—	12·84
O_{14} ...	40·09	—	—	—
	100·00			

Gluconsäure-Äthyläther. Aus der eben beschriebenen Verbindung wird dieser Äther erhalten, wenn man die concentrirte wässrige Lösung derselben mit etwas Alkohol und einer concentrirten Lösung von schwefelsauren Natron versetzt, das Ganze unter der Luftpumpe verdunstet, den Rückstand in wenig Alkohol aufnimmt und mit Äther behandelt. Beim Verdunsten der Lösung hinterbleibt der Gluconsäure-Äthyläther in seidenglänzenden wavellitartig gruppirten Nadeln.

Die Salze der Gluconsäure mit den Alkalien und Ammonium wurden nicht krystallisirt erhalten. Bei der Darstellung der Glucon-

säure nach dem eben beschriebenen Verfahren findet sich immer noch ein Theil Zucker unzersetzt, der in der Mutterlauge des rohen Kalksalzes bleibt. Man kann zweckmäßig die Laugen mit Weingeist ausfällen, das gefällte Kalksalz in das Bleisalz, dieses in die freie Säure verwandeln, und aus derselben mittelst kohlensaurem Baryt das Barytsalz darstellen, welches noch besser und schöner krystallisirt als das Kalksalz. Bei recht langsamer Krystallisation erhielten wir voluminöse Krystalle von 3 bis 4 Mm. Durchmesser.

Rohrzucker.

Diese Zuckerart verhält sich, behandelt man sie wie den Traubenzucker mit Chlor etc. genau so, wie dieser selbst. Man erhält eine Säure identisch mit der Glueonsäure.

Das Kalksalz derselben gab folgende Zahlen:

I. 0·4246 Grm. bei 120° getrockneter Substanz gaben 0·5154 Grm. Kohlensäure, 0·1928 Grm. Wasser und 0·1345 Grm. schwefelsauren Kalk.

II. 0·3285 Grm. Substanz gaben 0·1035 Grm. schwefelsauren Kalk.

	Berechnet	Gefunden I	Gefunden II
C_6 ..	33·48	33·11	—
H_{11}...	5·12	5·05	—
Ca ...	9·35	9·32	9·27
O_7 ...	52·05	—	—
	100·00		

Überdies wurde die freie Säure und das Barytsalz dargestellt. Ein Vergleich mit den Präparaten aus dem Traubenzucker ließ keinen Zweifel über die Identität.

Nach diesen Erfahrungen war nun zu versuchen, wie sich andere mit dem Traubenzucker isomere Zuckerarten verhalten.

Wir konnten bis jetzt nur über zwei solche, die Levulose (Fruchtzucker) und den Sorbin verfügen. Das erhaltene Resultat macht es wünschenswerth, auch die andern in dieser Richtung zu untersuchen.

Sorbin.

Eine Sorbinlösung von der Concentration 1 : 7 absorbirt rascher das Chlor als eine Traubenzuckerlösung. Als die gechlorte Flüssigkeit, wie früher mit Silberoxyd abgesättigt wurde, trübte sich das Filtrat viel mehr als bei den früheren Zuckerarten. Die durch Zerlegung mit Schwefelwasserstoff erhaltene Lösung der freien Säure schien schon dem Geschmacke nach von größerer Acidität, und als sie mit kohlensaurem Kalk abgesättigt wurde, entstand ein hübsches drusig verwachsenes Kalksalz, viel schwerer löslich als der gluconsaure Kalk, und nach dem Entfärben mit Kohle hübsche, sternförmig gruppirte Aggregate bildend.

Die Analyse zeigte sofort, daß es glycolsaurer Kalk

$C_2H_3C_aO_3$ war.

I. 0·3829 Grm. Substanz gaben 0·3552 Grm. Kohlensäure und 0·113 Grm. Wasser.

II. 0·2015 Grm. Substanz gaben 0·1425 Grm. schwefelsauren Kalk.

III. 0·3945 Grm. Substanz gaben 0·3629 Grm. Kohlensäure, 0·115 Grm. Wasser und 0·2794 Grm. schwefelsauren Kalk.
0·8478 Grm. Substanz verloren beim Trocknen bei 100° 0·241 Grm. Wasser.
0·8168 Grm. Substanz verloren beim Trocknen bei 100° 0·2325 Grm. Wasser.

	Berechnet	Gefunden I	Gefunden II	Gefunden III
C_2 ...	25·26	25·30	—	25·31
H_3 ...	3·16	3·38	—	3·24
Ca ...	21·05	—	20·80	20·85
O_3 ...	50·53	—	—	—
	100·00			
$2H_2O$ ...	27·5	28·4	28·4	—

Wir waren vergeblich bemüht, außer der gebildeten Glycolsäure noch ein Produkt aufzufinden, welches etwas anderes gewesen wäre, als eine gewisse der Zerlegung entgangene Menge dieses Zuckers.

Der Vorgang, auf den wir am Schlusse zurückkommen, verläuft also in gänzlich verschiedener Weise als bei den anderen Zuckerarten.

Levulose.

Die Levulose zersetzt sich bei der Einwirkung des Chlors ganz in derselben Weise, wie der Sorbin.

Das aus dem Silbersalz dargestellte Kalksalz der gebildeten Säure erwies sich identisch mit dem vorigen; es war glycolsaurer Kalk.

I. 0·280 Grm. Substanz gaben 0·2598 Grm. Kohlensäure und 0·084 Grm. Wasser.

II. 0·295 Grm. Substanz gaben 0·2095 Grm. schwefelsauren Kalk.

III. 0·798 Grm. Substanz verloren bei 110° C. 0·230 Grm. Wasser.

	Berechnet	Gefunden I	Gefunden II
C_2 ..	25·26	25·30	—
H_3 ..	3·16	3·32	—
Ca ..	21·05	—	20·9
O_3 ..	50·53	—	—
	100·00		
$2H_2O$ ..	27·5	28·82	—

Das Kalksalz gab in seiner wässrigen Lösung mit einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd auch das für die Glycolsäure charakteristische Silbersalz, welches sich schnell in glänzenden Blättchen ausscheidet, wenn die Flüssigkeiten genügend concentrirt sind.

Über das Verhalten des Hauptrepräsentanten zuckerartiger Alkohole von niederem Kohlenstoffgehalt, des

Glycerin's gegenüber der Einwirkung eines Halogens bei Gegenwart von Wasser liegt schon eine Beobachtung von Barth vor. (Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Band 46.) Er fand, daß das Glycerin unter denselben Umständen, unter denen aus Lactose,

Lactonsäure entsteht, zu Glycerinsäure oxydirt wird, und er drückt den Vorgang durch die Gleichung aus:

$$C_3H_6O_3 + Br_4 + H_2O = C_3H_6O_4 + 4HBr.$$

Herr Kachler hat im hiesigen Laboratorium noch einen Versuch angestellt, auf das Glycerin in verdünnter wässeriger Lösung Chlor bei gewöhnlicher Temperatur einwirken zu lassen.

Es hat sich gezeigt, daß unter Bildung von viel Salzsäure zunächst ein chlorhaltiges Product entsteht, welches sich durch Äther zum kleinen Theil aus der vom überschüssigen Chlor befreiten Flüssigkeit ausziehen läßt.

Nach dem Verjagen des Äthers hinterbleibt dieses Produkt als ein etwas gefärbtes Öl, welches sich, als es zum Zwecke der Reinigung zu destilliren versucht wurde, unter Salzsäureentwicklung größtentheils zersetzte.

Die mit Äther behandelte gechlorte Glycerinlösung färbt sich beim Eindampfen, und bringt man sie dadurch auf ein kleines Volumen, so befindet sich in ihr neben viel Salzsäure, Glycerinsäure.

Silberoxyd gibt Chlorsilber und die Lösung des Silbersalzes, aus welcher die freie Säure und schließlich das Kalksalz dargestellt wurde, welches leicht als das der Glycerinsäure zu bestätigen war.

0·7590 Grm. luftrockner Substanz verloren bei 140° C. 0·0950 Grm. Wasser und gaben 0.3593 Grm. schwefelsauren Kalk.

$C_3H_5CaO_4 + H_2O$		Gefunden
Ca....	13·98	13·92
H_2O...	12·59	12·51

Es ist zu vermuthen, daß das mit Äther ausziehbare Produkt Bichlorglycerin war und die Glycerinsäure durch Umsetzung dieses Zwischengliedes entstand.

$CH_2.OH$	CCl_2OH	$CO\,OH$
$CH.OH$	$CH\,OH$	$CH\,OH$
$CH_2.OH$	$CH_2\,OH$	CH_2OH
Glycerin	Chlorproduct	Glycerinsäure

Dieser Versuch veranlaßte auch das Phloroglucin $C_6H_3(OH)_3$, welches seinen bisher gekannten Eigenschaften nach die Natur eines Glycerins oder zuckerartigen Alkohols zeigt, derselben Behandlungsweise zu unterwerfen, und zu ermitteln, ob es nach Art des Glycerins eine normale Carbonsäure oder eine der Gluconsäure ähnliche Verbindung gibt, oder aber ob es vielleicht, wie die der Gährung widerstehenden Zuckerarten, ganz gespalten wird.

Phloroglucin.

Eine Lösung von Phloroglucin, die so verdünnt ist, daß in der Kälte nichts heraus krystallisirt, verschluckt lange Zeit Chlorgas, ohne daß etwas unabsorbirt entweicht. Nach einigen Stunden entstanden dünne Krystallhäute, aus feinen losen Nädelchen bestehend, die bei weiterem Einleiten wieder verschwanden. Die früher gefärbte Lösung entfärbte sich zuletzt, und bald darauf wurde kein Chlor mehr aufgenommen. Die Flüssigkeit, aus der das überschüssige Chlor durch Luft entfernt war, besaß einen, besonders beim Erwärmen hervortretenden, zu Thränen reizenden Geruch. Dampft man sie ein, so entweicht Salzsäure und zuletzt wird fast alles, unter Entwicklung dieses stehenden Geruches, flüchtig. Man behält nur eine unverhältnißmäßig geringe Menge eines braunen Syrups.

Dieses nächste chlorhaltige Product löst sich auch großentheils im Äther, mit dem man die gechlorte Phloroglucinlösung schüttelt. Es wurde einmal die gechlorte Flüssigkeit ohne weitere Vorbereitung, als daß das überschüssige Chlor verjagt wurde, in der Hitze mit Silberoxyd behandelt.

Bei einem zweiten Versuch wurde das chlorhaltige Product mit Äther ausgezogen.

Bei der Absättigung mit Silberoxyd entstand anfangs viel Chlorsilber; später, als die Flüssigkeit aufhörte sehr sauer zu reagiren, fing sie an zu schäumen; bald darauf wurde sie bei neuem Silberoxydzusatz neutral, und der ganze Inhalt der Schale — bis dahin grau — wurde schwarzbraun, zum Zeichen, daß das Silberoxyd im Überschuß war. Die fast siedende Flüssigkeit wurde rasch filtrirt und das sich bald trübende Filtrat mit Schwefelwasserstoff behandelt. Die vom Schwefelsilber ablaufende Flüssigkeit ließ sich unter Entwicklung saurer Dämpfe total verflüchtigen. Es fand sich auch, daß die

etwas concentrirte wässrige Lösung des Productes von demselben durch Äther ganz befreit werden kann, und es wurde daher, nachdem eine geringe Färbung durch Kohle fortgenommen worden war, mit Äther ausgeschüttelt, der Äther abdestillirt und die letzten Reste auf dem Wasserbade verjagt.

Die hinterbleibende, kaum gefärbte, brennend saure, dünnölige Flüssigkeit wurde zuerst probeweise, dann der ganzen Menge nach durch Destillation gereinigt. Es ging, bis auf eine Spur eines braunen Rückstandes Alles als wasserhelle Flüssigkeit über, wobei das Thermometer zuletzt bis auf 185—188° gestiegen war. Bei einer Rectification wurde die Vorlage gewechselt, als der Siedepunkt 185° erreicht hatte. Die bis dahin abgegangenen Partien enthielten noch viel Wasser. Die Partie, die über 185° überging, war eine farblose etwas ölige Flüssigkeit, von stehend saurem Geschmack, auf die Haut gebracht ein Brennen verursachend, kalt fast geruchlos, beim Erwärmen sehr sauer riechend, im Wasser zuerst ölig untersinkend, in größeren Mengen Wasser löslich. Die wässrige Lösung löste Metalloxyde und kohlensaure Salze mit Leichtigkeit, und es war leicht eine Anzahl gut krystallisirender Salze daraus darzustellen.

Die Analyse dieser Salze zeigte, daß die Säure nichts anderes war als Dichloressigsäure.

Es ist klar, daß es ganz unnöthig ist, diesen Umweg zu machen, um die Dichloressigsäure aus dem gechlorten Phloroglucin zu isoliren. Sie läßt sich, wie schon erwähnt, direct mit Äther ausziehen, und ist, wie wir fanden, ganz identisch mit der Säure, die wir so erhielten.

Ammonsalz. Die ölige Säure in Ätzammoniak gelöst gab beim freiwilligen Verdunsten salpeterähnliche strahlige, sehr lösliche Krystalle.

Kalksalz. Aus der bis zum dünnen Syrup abgedampften Lösung krystallisirten anfangs kleine Büscheln feiner Nadeln, später erstarrte die ganze Flüssigkeit. Abgepreßt, zerrieben und getrocknet, gab es bei der Analyse folgende Zahlen:

I. 0·3212 Grm. Substanz gaben 0·1437 Grm. schwefelsauren Kalk.

II. 0·3022 Grm. Substanz gaben 0·1392 Grm. schwefelsauren Kalk.

	Gefunden	
$C_2HCl_2O_2Ca$	I	II
Ca ... 13·51	13·16	13·51

Barytsalz. Kleine concentrisch, wavellit ähnlich gruppirte Krystalle.

0·3693 Grm. Substanz gaben 0·2185 Grm. schwefelsauren Baryt.

	Gefunden
$C_2HCl_2O_2Ba$	
Ba ... 34·86	34·77

Cadmiumsalz. Es trocknet gummiartig ein.

Kupfersalz. Es bildet sehr schöne, rhombische lichtblaue Krystalle.

Bleisalz. Mit Bleiglätte dargestellt. Die farblose Lösung bekommt beim Eindampfen irisirende Häute und ein Theil des Salzes setzt sich amorph, gummiartig am Boden der Schale ab. Die Flüssigkeit davon abgegossen und weiter concentrirt, erstarrt beim Erkalten zu einem Brei feiner Nadeln.

Silbersalz. Feuchtes Silberoxyd wurde in der wässrigen Lösung der Säure gelöst. Das Filtrat krystallisirt bald in Blättern, ähnlich denen des essigsauren Silbers. Es ist ziemlich lichtbeständig und zersetzt sich schon im Wasserbade völlig unter Hinterlassung von Chlorsilber.

I. 0·4752 Grm. Substanz gaben 0·1776 Grm. Kohlensäure, 0·0210 Grm. Wasser und 0·291 Grm. Chlorsilber.

II. 0·5204 Grm. Substanz gaben 0·2030 Grm. Kohlensäure und 0·222 Grm. Wasser.

III. 0·2818 Grm. Substanz gaben 0·174 Grm. Chlorsilber.

IV. 0·3205 Grm. Substanz gaben bei der Bestimmung des Chlors nach der Methode von Carius 0·382 Grm. Chlorsilber.

	Berechnet	Gefunden			
		I	II	III	IV
C_2	10·15	10·19	10·64	—	—
H.....	0·43	0·49	0·47	—	—
Cl_2....	30·08	—	—	—	29·49
Ag....	45·75	46·07	—	46·46	—
O_2....	13·59	—	—	—	—
	100·00				

Im übrigen fanden sich die Angaben Hugo Müller's (Ann. d. Ch. Pharm. CXXXIII 156) und Maumene's (Centralb. 1864, Seite 982) über die Dichloressigsäure bestätigt.

Die im Vorstehenden mitgetheilten Thatsachen dürften geeignet sein, uns über die Natur dieser Zuckerarten etwas näher zu orientiren.

Wir sehen zunächst, daß dieselbe Reaction und Behandlungsweise beim Traubenzucker ganz verschieden verläuft als bei seinem nächsten Verwandten, dem Fruchtzucker und dem, diesem isomeren Sorbin. Der Traubenzucker wird oxydirt; sein Kohlenstoffgehalt bleibt unversehrt, es wird nur noch Sauerstoff angelagert und es entsteht eine neue Säure. Der Fruchtzucker und der Sorbin dagegen werden total zersetzt, die Kohlenstoffketten gesprengt; es entstehen drei symmetrische Trümmer, die durch Oxydation in Glycolsäure verwandelt erscheinen.

Ganz analog zerfällt das Phloroglucin; seine Bruchstücke nehmen die Form der Bichloressigsäure an.

Sehen wir von den Zwischenprodukten ab, und reduciren den Prozeß auf seine einfachste Form so haben wir in den vier Eällen:

$$\underbrace{C_6H_{10}O_5}_{\text{Lactose}}\ ^{1}) + O = \underbrace{C_6H_{10}O_6}_{\text{Lactonsäure}}$$

$$\underbrace{C_6H_{12}O_6}_{\text{Glucose}} + O = \underbrace{C_6H_{12}O_7}_{\text{Gluconsäure}}$$

$$\underbrace{C_6H_{12}O_6}_{\text{Levulose und Sorbin}} + 3O = \underbrace{3(C_2H_4O_3)}_{\text{Glycolsäure}}$$

$$\underbrace{C_6H_6O_2}_{\text{Phloroglucin}} + 3H_2O = \underbrace{3(C_2H_4O_2)}_{\text{Essigsäure}}$$

---

[1]) Die ältere Formel des Milchzucker $C_6H_{10}O_5$ ist hier nur gebraucht um den Parallelismus der Reaction anschaulicher zu machen.

Ist der Milchzucker isomer mit dem Rohrzucker, also $C_{12}H_{22}O_{11}$, so geht der Bildung der Säure offenbar eine Wasserabspaltung voraus, so wie auch aus dem Rohrzucker, wenn er, wie es der Fall ist, Gluconsäure liefert, zuerst Traubenzucker entsteht.

Es ist schon hervorgehoben worden, daß bei der Chlorung des Traubenzuckers eine Substitution des Chlors für Wasserstoff in seinem Melekül nicht wohl annehmbar erscheint.

Das Chlor (oder Brom, wie bei der Bildung der Lactonsäure aus Lactose) kann nur addirt werden, und die Säure entsteht vermittelst eines chlorhaltigen Zwischenproductes, wenngleich sich dieses nicht rein abscheiden läßt. Ein Beispiel ähnlicher Art unter den Säuren liefert die Fumarsäure:

$$\underbrace{C_4H_4O_4}_{\text{Fumarsäure}} + 2Br = \underbrace{C_4H_4O_4Br_2}_{\text{Bibrombernstein-säure}} \text{ daraus } \underbrace{C_4H_4O_5}_{\text{Äpfelsäure}}$$

$$\underbrace{C_6H_{10}O_5}_{\text{Lactose}} + 2Br = \underbrace{C_6H_{10}O_5Br_2}_{\text{Bromlactose}} \text{ daraus } \underbrace{C_6H_{10}O_6}_{\text{Lactonsäure}}$$

$$\underbrace{C_6H_{12}O_6}_{\text{Glucose}} + 2Cl = \underbrace{C_6H_{12}O_6Cl_2}_{\text{Chlorglucose}} \text{ daraus } \underbrace{C_6H_{12}O_7}_{\text{Gluconsäure}}$$

Diese Zuckerarten wären demnach in ihrer Weise ungesättigte Verbindungen, und für den Traubenzucker weiß man in der That durch Linnemann, daß er direct H_2 aufnehmen und in Mannit übergehen kann.

Die Gluconsäure $C_6H_{12}O_6.O$ ist offenbar gleich dem Mannit $C_6H_{12}O_6H_2$ und enthält den Sauerstoff an der selben Stelle wie der Mannit den Wasserstoff [1]). Sie unterscheidet sich dadurch von der Mannitsäure v. Gorup's, mit der sie isomer ist, die den Sauerstoff an anderer Stelle enthalten muß.

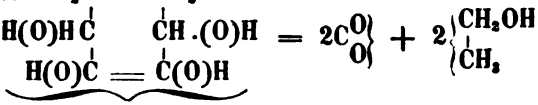
Berücksichtigt man zunächst die am meisten charakteristische Spaltung des Glucosemoleküls in Alkohol und Kohlensäure bei der Gährung, so könnte man sich seine Struktur vorstellen wie folgt:

$$\begin{array}{ll} HO.H_2C & CH_2OH \\ HO.H\,\overline{C} & \overline{C}H\,OH \\ \multicolumn{2}{c}{HO\overline{C} = COH} \end{array}$$

---

[1]) Der Mannit wird in wässeriger Lösung von Chlor bei gewöhnlicher Temperatur fast gar nicht angegriffen. Nach fünftägiger Einwirkung wurde fast die ganze angewendete Zuckermenge wieder erhalten.

Bei der Gährung sättigen sich die zwei untersten C Atome mit dem (eingeklammerten) Sauerstoff und der Rest gibt gradauf zwei Molecüle Alkohol.



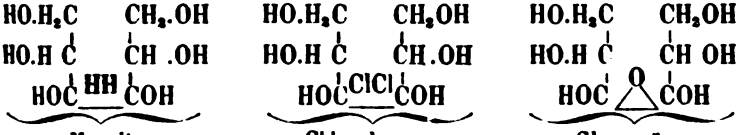
Glucose

Die Gegenwart der Aldehydgruppe COH würde zum andern die Reductionswirkungen der Glucose, kurz ihr in mehreren Stücken aldehydartiges Verhalten erklären.

Die Formel entspräche ferner der, durch Schützenberger und Naudin ermittelten Thatsache, daß bei der Behandlung der Glucose mit Essigsäure-Anhydrid sich nur vier Molecüle Acetyl an die Stelle des Wasserstoffs der Hydroxylgruppe einführen lassen.

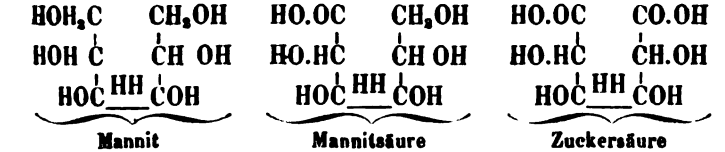
Endlich gestattete sie eine Einsicht in den Vorgang bei der Bildung der Gluconsäure.

Nascirender Wasserstoff hebt die doppelte Bindung der untersten Kohlenstoffatome auf und es entsteht, indem er sich anlagert Mannit. In gleicher Weise heftet sich an dieser Stelle freies Chlor an und gibt das angenommene intermediäre Chlorproduct; aus diesem entsteht schließlich durch Auswechslung gegen den Sauerstoff des Silberoxyds Gluconsäure. Man hat dann für diese drei Derivate der Glucose:



Mannit $C_6H_{14}O_6$ — Chlorglucose $C_6H_{12}O_6Cl_2$ — Gluconsäure $C_6H_{12}O_7$

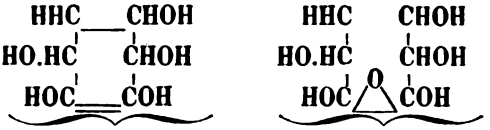
Wird der Mannit oxydirt, so entsteht die der Gluconsäure isomere Mannitsäure, die ihrerseits ein Übergangsglied zur Zuckersäure darstellt.



Mannit $C_6H_{14}O_7$ — Mannitsäure $C_6H_{12}O_7$ — Zuckersäure $C_6H_{10}O_8$

Mit dieser Formulirung steht auch die bisherige Auffassung der Mannitsäure als einbasischer sechsatomiger, und der Zuckersäure als zweibasischer sechsatomiger Säure im Einklange. Beide Säuren sind Carbonsäuren. Die Gluconsäure dagegen, so wie die in analoger Weise gebildete Lactonsäure, enthalten die Carboxylgruppe gar nicht, sie gehören einer besonderen Gruppe von Säuren an, die am nächsten der Gruppe der Aldehydoxydsäuren steht [1]). Die Basicitätsverhältnisse der Gluconsäure sollen gelegentlich noch genauer untersucht werden. Das Bleisalz zeigt, daß vier Atome Wasserstoff durch Metalle ersetzt werden können. Die anderen analysirten Salze weisen für die Gruppe C_6 nur den Ersatz eines Wasserstoffatoms durch Metall aus. Es muß indessen bemerkt werden, daß die Lösungen dieser Salze eine entschieden saure Reaction auf Lacmus zeigen.

Bestätigen sich die hier angegebenen Formeln für die Glucose und die Gluconsäure, so würden diesen entsprechend die Lactose und die Lactonsäure durch die folgenden ausgedrückt werden können.



Lactose $C_6H_{10}O_5$ — Lactonsäure $C_6H_{10}O_6$

Eine von der Glucose und Lactose wesentlich verschiedene Struktur müßte dagegen die Levulose und der Sorbin besitzen, deren Molecüle bei der Einwirkung des Chlors ganz zerrissen werden. Es ist gezeigt, daß aus den drei Bruchstücken, deren jedes $C_2H_4O_2$ ist, Glycolsäure wird, wenn man die nächsten Producte der Einwirkung des Chlors mit Silberoxyd behandelt.

Die Structur eines Zuckers, aus welcher sich diese Zersetzung erklärt, läßt sich auf die Annahme bauen, daß sich drei Molecüle Glycol unter Elimination von sechs Atomen Wasserstoff condensiren. Daraus würde hervorgehen:

---

[1]) Vergleiche Wichelhaus. „Über die Ketonsäuren". Ann. d. Ch. Pharm. Bd. 152, 257.

$$\underbrace{\begin{array}{l}HO.H_2C\_\_CH_2.OH\\HO.H_2C\_\_CH_2.OH\\HO.H_2C\_\_CH_2.OH\end{array}}_{\text{3 Molec. Glycol}} - H_6 = \underbrace{\begin{array}{l}HO.HC\_\_CH.OH\\HO.HC\quad\ CH.OH\\HO.HC\_\_CH.OH\end{array}}_{C_6H_{12}O_6}$$

Mit der Glucose und Lactose verglichen hätten hier alle Kohlenstoffatome die gleiche Bindung 1 : 1 während bei den obengenannten Zuckern zwei Atome Kohlenstoff durch doppelte Bindung verknüpft sind. Darin ließe sich ein Grund für ihre größere Widerstandsfähigkeit bei der gleichen Reaction sehen. Die Gruppe

$$\begin{array}{l}HO.HC\_\_CH.OH\\HO.HC\quad\ CH.OH\\HO.HC\_\_CH.OH\end{array}$$

zerfällt jedoch bei der Einwirkung des Chlors nach der Richtung der punktirten Striche in drei symmetrische Theile, die die Lagerung eines Glycolsäurealdehyds annehmen würden.

$$\begin{array}{l}CH_2.OH\\C.OH\end{array}$$

Hiezu addirt sich das Chlor, die intermediäre Verbindung

$$\begin{array}{l}CH_2OH\\CCl_2OH\end{array}$$

bildend, welche weiterhin durch Silberoxyd in Glycolsäure

$$\begin{array}{l}CH_2OH\\CO\ OH\end{array}$$

übergeht.

Es wird also, und es ist diese Beobachtung schon hervorgehoben worden, bei der Spaltung auch dieser Zuckerart keine Salzsäure gebildet. Wären die Bruchstücke $C_2H_4O_2$ Essigsäure, so könnte die Glycolsäure nicht ohne das Zwischenglied der Monochloressigsäure, also nicht ohne gleichzeitige Bildung von Salzsäure entstehen.

Baeyer, der zuletzt die Bildung des Zuckers in den Pflanzen und sein Zerfallen bei der Gährung in geistvollster Weise interpretirt hat (Bericht d. chem. Ges. in Berlin 1870, 63), leitet die im Vorstehenden gegebene Formel aus der Condensation des Formaldehyds ab.

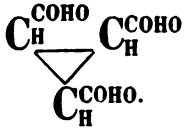
$$\begin{array}{l} HOH_2C\_\_COH \\ HOH_2C\_\_COH \\ HOH_2C\_\_COH \end{array} - 3H_2OH = \begin{array}{l} HC\_\_COH \\ HC\_\_COH \\ HC\_\_COH \end{array}$$

3 Molec. Glycolsäure-aldehyd. — Phloroglucin

Ein Isomeres des Phloroglucins würde entstehen, wenn sich sechs Molecüle Formaldehyd unter Austritt von Wasser condensirten.

$$\underbrace{6CHOH} - 3H_2O = \underbrace{C_6H_6O_3}.$$

Es ist leicht zu erkennen, daß das Phoroglucin durch die gegebene Auffassung in eine Beziehung zur Phenakonsäure von Carius $C_6H_6O_6$ treten würde, der dieser Chemiker die Formel gibt:



Es bestände zwischen den beiden Verbindungen das Verhältniß von Aldehyd und Säure, und es war zu versuchen ob die Oxydation des Phloroglucins nicht zur Phenakonsäure führt.

Der Versuch mit einem Rest des zur Verfügung stehenden Materials ausgeführt, zeigte jedoch, daß man bei Anwendung von übermangansaurem Kali als Oxydationsmittel nur Oxalsäure erhält. Offenbar wirkt also auch der Sauerstoff unter diesen Verhältnissen, wie das Chlor, sprengt den Complex des Phloroglucins in drei Theile (C_2H_2O) deren jeder sich mit Sauerstoff verbindend Oxalsäure ($C_2H_2O_4$) liefert.

Wir haben begonnen, die Produkte zu untersuchen, welche nach dem hier beschriebenen Verfahren aus den Protëinverbindungen erhalten werden.

Über Reflexe von der Nasenschleimhaut auf Athmung und Kreislauf.

Von Dr. F. Kratschmer,
k. k. Oberarzte und Assistenten am physiologischen Institute der Josefs-Akademie.

(Mit 2 Tafeln.)

Die Reflexe, welche bei Reizung der Nasenschleimhaut ausgelöst werden, sind bis jetzt noch nicht Gegenstand einer besonderen Untersuchung gewesen.

Es finden sich wohl hie und da in verschiedenen Arbeiten, die aus ganz anderen Gesichtspunkten unternommen wurden, einzelne hieher gehörige Angaben; dieselben sind jedoch, wie später ausführlicher erörtert werden soll, zum großen Theile nicht ganz zutreffend und gewinnen erst durch die Ergebnisse vorliegender Untersuchung an Verständlichkeit und Klarheit.

Die zeither so vernachlässigte Methode der so zu sagen natürlichen Nervenreizung, d. h. der Reizung der Nerven an ihren peripherischen Enden mittelst mechanischer, thermischer und chemischer Reize, wie sie im täglichen Leben des Thieres ohne irgendwelche Verletzung desselben zur Wirkung kommen können, hat vor der gebräuchlichen elektrischen Reizung der Nerven in ihrem Verlaufe bedeutende Vorzüge, sobald es sich um die Untersuchung von Reflexen handelt. Indem wir überdieß bei dieser Methode eigentlich nur Experimente wiederholen, welche die Natur selbst alltäglich an Mensch und Thier ausführt, erhalten wir Aufschluß über Vorgänge, welche neben ihrem theoretischen Interesse von unmittelbar praktischer Bedeutung sind.

Die erste Wirkung der Einathmung von kalter Luft, Kohlensäure, Ammoniak, Essigsäure, Chloroform u. s. w. auf den Organismus der Thiere besteht in einer Reizung der Nasenschleimhaut; die Untersuchung der Folgen dieser Reizung bildet somit einen wesentlichen Theil der Untersuchung der physiologischen Wirkungen dieser Stoffe überhaupt.

Dies waren die leitenden Gesichtspunkte, aus denen ich auf Anregung und unter Leitung des Herrn Professor Hering die Untersuchung unternahm, deren erste Ergebnisse — an Kaninchen und Katzen gewonnen — ich in Folgendem vorlege.

Als Ausgangspunkt diente mir folgende Beobachtung:

Wenn man einem ruhig dasitzenden, regelmäßig athmenden Kaninchen irgend eine leicht verdunstende Flüssigkeit: Chloroform, Äther, Alkohol, Ammoniak, Essigsäure, Salzsäure, Salpetersäure u. s. w. vor die Nase hält, so verengen sich in demselben Momente die Nasenlöcher, die Flanken des Thieres ziehen sich ein und verharren in dieser, wie man sieht, ebenfalls exspiratorischen Stellung durch einige Secunden. Die zunächst folgenden Athembewegungen zeigen einen viel langsameren Rhythmus, und erst nach 1—2, selbst mehr Minuten athmet das Thier wieder mit derselben Regelmäßigkeit und Geschwindigkeit, wie vor dem Versuche.

Legt man ferner die Hand an die Brustwand des Thieres und versichert sich der Stelle, wo der Herzschlag am deutlichsten zu fühlen ist, so merkt man, daß im Momente, in dem sich der mit der flüchtigen Flüssigkeit getränkte Schwamm der Nase des Thieres nähert, der Herzschlag ganz plötzlich aussetzt, dann die nächsten Schläge äußerst langsam folgen, erst nach und nach häufiger werden, und daß die frühere Schlagfolge noch nicht zurückgekehrt ist, wenn auch die Athmung schon wieder ihren regelmäßigen Gang geht.

Der Versuch läßt sich oft wiederholen; die Wirkung zeigt sich, wenn nicht das Thier durch allzuhäufige Wiederholung desselben abgestumpft ist, immer mit großer Entschiedenheit.

Der Eintritt der Wirkung ist so rasch, daß selbst eine schon eingeleitete Inspiration augenblicklich aufgegeben und die Exspirationsstellung angenommen wird, sobald nur die Reizung stattgefunden hat.

Die genannten Erscheinungen treten auch, wenngleich nicht mit solcher Bestimmtheit und Energie, so doch deutlich genug zu Tage, wenn man das Thier an oder in der Nase kitzelt [1]) oder kneipt, oder ihm eine mit Kohlensäure gefüllte Flasche vor die Nase hält; auch Ab-

[1]) Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß das Kitzeln der Nasenschleimhaut oft auch Nießen herbeiführt, welches als eine rasch vorübergehende Reflexwirkung mit den eben beschriebenen Reflexen nicht verwechselt werden kann.

kühlung der äußeren Nase, d. h. der an die Schleimhaut grenzenden nicht behaarten Hautpartien mit Schnee zeigt einen ähnlichen Erfolg, während Erkältung oder Kneipen anderer Körperstellen die erwähnte Hemmung der Athmung in Exspirationsstellung nicht hervortreten machen und auch den Herzschlag nicht in der beschriebenen Weise verändern. Endlich ist zu erwähnen, daß der Tabakrauch an Wirkung den zuerst angeführten Flüssigkeiten in Nichts nachsteht.

Bevor ich zur näheren Betrachtung dieser Thatsachen und zur Beschreibung der zu ihrer genaueren Untersuchung angewendeten Methoden übergehe, will ich in Kurzem anführen, wie ich zu dem Schlusse gelangte, daß es weder die Schleimhaut der Luftröhre, noch des Kehlkopfes sein könne, durch deren Vermittlung die angeführten Reize in der erwähnten Weise wirken.

Einem Kaninchen wurde die Luftröhre unterhalb des Kehlkopfes an der gewöhnlich zur Tracheotomie benützten Stelle zerschnitten, in das untere Schnittende eine Trachealkanüle, in das obere eine mit einem Kautschukschlauche versehene Glasröhre eingebunden, und durch letztere einer der oben genannten gasförmigen Körper nach dem Kehlkopfe hin eingetrieben, während die Athembewegungen des Thieres mit Hilfe eines später näher zu beschreibenden Apparates aufgezeichnet wurden.

In dem Augenblicke, als die angewendeten Gase, wie man besonders beim Durchblasen von Tabakrauch deutlich sehen konnte, die Nasenkanäle durchfuhren, stieg der die Athmung zeichnende Stift höher, als er bei den vorhergegangenen Exspirationen stand und verharrte durch längere Zeit in dieser Stellung; die nächste Athembewegung zeigte sich an der rotirenden Trommel als eine seichte Inspiration, der wieder eine länger dauernde Exspiration folgte, nach und nach wurden die Inspirationen tiefer und häufiger und nach Verlauf von 1—2 Minuten war die Athmung wieder regelmäßig und ihr Rhythmus derselbe geworden, wie vor der Reizung.

Der Herzschlag, der an den Bewegungen einer eingestochenen Nadel sichtbar war, zeigte die schon beschriebene Veränderung: plötzliches Aussetzen im Momente der Reizung, Verlangsamung in der unmittelbar hierauf folgenden Zeit und nur sehr allmälig erfolgendes Zurückkehren zur ursprünglichen Schlagfolge, welche erst wieder eintrat, wenn die Athmung schon längst wieder zur Norm zurückgekehrt war.

Blies man dagegen die verschiedenen Gase durch die andere Canüle in die Lunge, so war weder ein Verharren der Athmung in Exspiration, noch eine Verlangsamung des Herzschlages wahrzunehmen, dagegen zeigten sich bei Anwendung gewisser Stoffe andere interessante Reflexerscheinungen, deren spätere Mittheilung ich mir vorbehalte.

Diese vergleichenden Versuche wurden im Verlaufe der ganzen Untersuchung sehr zahlreich wiederholt und führten stets zu demselben Ergebniß.

Die Trachea, soweit sie hier gereizt wurde, sammt den Bronchien, wie überhaupt die Lunge hat daher an dem ganzen Vorgange keinen wesentlichen Antheil.

Auf ganz ähnliche Weise schloß ich auch die wesentliche Theilnahme des obern Stückes der Luftröhre und des Kehlkopfes aus.

Zunächst zeigte sich, daß die Wirkung der vom Thiere eingeathmeten oder ihm durch die Nase eingeblasenen reizenden Stoffe dieselbe blieb, gleichviel ob die zum Kehlkopfe gehenden Nerven *(Laryngei superiores* und *inferiores)* erhalten oder durchschnitten waren.

Um aber auch den directen Beweis zu liefern, verfuhr ich auf folgende Weise:

Ich legte oberhalb des Kehlkopfes in der Höhe der Zungenbeinhörner eine Ligatur um den Pharynx, was sich sehr einfach und mit Schonung der umliegenden Theile bewerkstelligen läßt, und schnürte auf solche Art die Luftwege der Nase von den weiter nach unten befindlichen vollständig ab. Die sonstige Operation blieb die gewöhnliche: Tracheotomie unterhalb des Kehlkopfes, Einführung einer Canüle in das obere und untere Schnittende; nur wurde noch, um den in den Kehlkopf eindringenden Gasen einen genügenden Durchzug zu ermöglichen, entweder eine Öffnung oberhalb der *Incisura thyreoides* gemacht oder aber auch der obere Eingang zum Kehlkopfe mit einer Canüle versehen, so daß man dann in den Stand gesetzt war, die Gase sowohl von unten nach oben als auch in umgekehrter Richtung streichen zu lassen.

Die Versuche, die ich an derartig hergerichteten Thieren über die Wirkung der oben besprochenen Reize auf die isolirte Kehlkopfschleimhaut machte, und auf welche ich bei der Besprechung einer anderen mit dem Gegenstande vorliegender Untersuchung zusam-

menhängenden interessanten Frage im Verlaufe der Abhandlung noch zurückkommen werde, lehrten, daß die Reizung der isolirten Kehlkopfschleimhaut mittelst unserer Stoffe keineswegs ohne Wirkung sei, wie es auch von vornherein nach den Erfahrungen des täglichen Lebens zu erwarten stand.

Es zeigen sich bald heftige, rasch vorübergehende Exspirationsstöße, bald Schlingbewegungen, bald völlig unregelmäßige Athembewegungen, hie und da wohl auch eine geringe Verlangsamung der Athmung mit Beibehaltung ihres regelmäßigen Rhythmus; kurzum ein Gewirre von Erscheinungen, die erst durch eine eigens auf diesen Punkt gerichtete eingehende und genaue Untersuchung klar gelegt werden müssen.

Wenn ich demnach von einer Unwirksamkeit unserer Reizmittel auf die Kehlkopfschleimhaut nicht sprechen kann, so muß ich gleichwohl auf das Entschiedenste die Behauptung aufrecht erhalten, daß sie nicht in der Weise wirken, wie von der Nase her. Denn niemals sah ich unter den zahlreichen Beobachtungen ein völliges Stillestehen der Athmung in Exspiration, nie eine derartige Wirkung auf den Herzschlag, wie oben beschrieben wurde.

Eines Umstandes muß ich hier erwähnen, der bei diesen Versuchen leicht ein Stehenbleiben der Athmung in Exspiration vortäuschen kann.

Es kann nämlich geschehen, daß, wenn die Abbindung nicht an passender Stelle oder überhaupt nicht mit der nöthigen Sorgfalt vorgenommen wurde, die durch den Kehlkopf geblasenen Gase ihren Weg durch den Oesophagus in den Magen nehmen, diesen ungebührlich aufblähen und hiedurch das Zwerchfell in die Höhe gedrängt wird.

Die auf diese Weise entstandene scheinbare Exspirationsbewegung unterscheidet sich aber sehr wohl von jener reflectorisch hervorgerufenen dadurch, daß sie allmählig, nicht plötzlich eintritt, mit der Dauer und Intensität des Einblasens gleichen Schritt hält, daher beliebig groß gemacht werden kann und mit dieser auch augenblicklich ihr Ende erreicht.

Daß bei einer solchen Auftreibung des Magens die Athmungen langsamer erfolgen, ist nur ein weiterer Beleg für die von Hering und Breuer entwickelte Theorie. Überdieß bleibt dabei, wie schon oben bemerkt wurde, die Herzthätigkeit ungeändert.

Nachdem nun auf dem Wege der Ausschließung der Nachweis dafür erbracht ist, daß die Nasenschleimhaut die alleinige Stätte sein kann, von wo aus die in Rede stehenden Reflexvorgänge in Athmung und Kreislauf ausgelöst werden, wollen wir uns etwas ausführlicher mit diesen Erscheinungen beschäftigen.

Zu ihrer graphischen Darstellung benützte ich das Ludwig'sche Kymographion. Die Änderungen des Blutdruckes zeichnete das mit der Carotis des Thieres in Verbindung gesetzte Quecksilbermanometer, die Athembewegungen ein in nachfolgender Weise hiefür von Prof. Hering zusammengestellter Apparat.

Eine große mit doppelt durchbohrtem Kautschukstöpsel luftdicht verschlossene, mit Luft gefüllte Flasche wurde durch die beiden, in die Bohrlöcher des Stopfens ebenfalls luftdicht eingepaßten Glasröhren und daran befestigten Kautschukschläuche einerseits mit der Trachealcanüle, andererseits mit einem Cardiographen von Marey in Verbindung gesetzt.

Die Vortheile, welche dieser Apparat vor der bis jetzt gebräuchlichen Methode, die Druckschwankungen in der Lunge des athmenden Thieres bloß nach dem Seitendrucke zu bemessen, bietet, liegen auf der Hand.

Der zwischen Cardiographen und die Lunge des Thieres eingeschaltete Luftraum ermöglicht es dem Thiere, längere Zeit ruhig und fast unbehindert fortzuathmen, sofern nur dieser Luftraum entsprechend der Größe des Thieres auch genügend groß gewählt wird, was bei der hohen Empfindlichkeit des Marey'schen Instrumentes leicht geschehen kann.

Indem auf solche Art zwischen dem Cardiographen und der Lunge des Thieres ein allseitig abgeschlossener Luftraum hergestellt ist, in welchem dasselbe ungestört fortzuathmen vermag, müssen die jeweiligen Schwankungen des Cardiographenschreibers ein getreues Abbild jener Schwankungen entwerfen, die sich in jedem Augenblicke im Gesammtdrucke in der Lunge vollziehen.

Um jedoch bei der Anpreisung der Vorzüge des Apparates auch dessen Mängel nicht zu vergessen, sei gleich erwähnt, daß mit fortlaufender Athmung sich der Inhalt der Schaltflasche allmählig erwärmen und das dadurch entstehende größere Ausdehnungsbestreben der Luft die Abscisse einer längeren Athmungscurve ebenso allmälig in die Höhe rücken muß, ebenso wie auch das bekannte Mißver-

hältniß zwischen dem Volumen der Ein- nnd Ausathmungsluft auf den jeweiligen Stand der Abscisse einen wenn auch geringfügigen Einfluß nehmen dürfte — Mängel, welche für den Zweck dieser Untersuchung nicht weiter in Betracht kommen können.

Die Reizung unternahm ich nun fast immer von der Nase her, indem ich zwei Canülen in die Nasencanäle einschob, deren Schläuche durch eine Gabelcanüle wieder in ein Rohr vereinigt wurden, durch welches die Reizmittel bequem eingeblasen werden konnten.

Als solches diente mir vorzüglich Tabakrauch, da er bequem zu handhaben ist und seine Wirkung, wie dieß Eingangs erwähnt wurde, von der anderer Gase oder Gasgemische nicht abweicht. Übrigens wurden immer der Vergleichung wegen die meisten der erwähnten Reizmittel in Anwendung gebracht.

Mit Hilfe der beschriebenen Apparate wurde der Versuch in folgender Weise angestellt:

Nachdem die Trachea des Thieres mit einer Canüle versehen, die Carotis desselben mit dem Manometer des Kymographion in Verbindung gebracht und die Canülen zur Reizung in die Nasencanäle eingeschoben worden waren, wurde das Kymographion in Gang gesetzt; der Schwimmer des Manometers zeichnete die Blutwellen des Thieres, der mit der Flasche verbundene Cardiograph schrieb ein Stück Abscisse. Nun wurde die andere aus der Flasche führende Röhre mit der Trachealcanüle verbunden, so daß der Cardiograph in schöner und regelmäßiger Weise die Athembewegungen zeichnete und jetzt auf ein gegebenes Zeichen hin, das zu gleicher Zeit an der vorübergehenden Trommel notirt wurde, wurde das Reizmittel durch die Nase eingeblasen.

Die darauffolgende Wirkung ist immer sehr deutlich; die beiliegenden Curvenstücke sollen dieselbe besser veranschaulichen.

Die unterste gerade Linie stellt die um so viel erhöhte Abscisse der Blutdruckcurve dar, als an ihrem Anfange und Ende geschrieben steht; auf ihr sind die Zeitmarken aufgetragen, deren jede der Dauer von zwei Secunden entspricht. Die nächst höhere Curve *A* zeigt die Schwankungen des Blutdrucks, *B* ist die dazu gehörige Athmungscurve.

Die Abschnitte von *a*—*b* zeigen den Gang der Athmung und des Kreislaufes vor der Reizung, welche bei *b* eingewirkt hat, so daß

von hier aus die Veränderungen ersichtlich sind, die jene Reizung in beiden hervorgerufen.

Man sieht ganz deutlich, wie im Momente der Reizung die Feder des Cardiographen in die Höhe steigt, meist beträchtlich höher als sie bei den vorhergegangenen Exspirationen stand und sich auf dieser Höhe — wenn wir uns an der Curve III ein specielles Beispiel wählen wollen, durch 16 Secunden erhält. Nach Ablauf dieser Zeit erfolgt die erste Inspiration, durch eine Einsenkung der Athmungscurve bezeichnet, bis zur nächstfolgenden verstreichen 4, bis zur dritten etwa 7 u. s. w. Secunden. Das Ende der Curve zeigt, daß die Athembewegungen nach Verlauf von 52 Secunden seit der Reizung schon wieder regelmäßig geworden sind, wenn auch ihre Frequenz noch etwas hinter der vor der Reizung verzeichneten zurücksteht.

Ebenso in die Augen springend ist die Änderung, die sich im Beginne der Reizung an der Curve des Blutdruckes vollzieht: Augenblicklich sinkt der Schwimmer des Manometers tief herab, erhebt sich wieder und verzeichnet in mächtigen Schwingungen die so plötzlich geänderte Schlagfolge des Herzens; die Excursionen werden allmählig kleiner und kleiner und es bedarf längerer Zeit, bis die Herzthätigkeit wieder annähernd derjenigen vor der Reizung gleich geworden ist.

(Curve I macht ersichtlich, daß, nachdem seit dem Beginne der Reizung nahezu 2 Minuten verstrichen und die Athembewegungen schon längst wieder regelmäßig geworden sind, der Herzschlag von dem vor der Reizung noch beträchtlich abweicht.)

Zugleich bemerken wir an den beigelegten Curvenabschnitten noch eine andere auffallende Erscheinung. Der Blutdruck nämlich bleibt trotz dieser bedeutenden Verlangsamung der Herzschläge, wie man sie nur etwa nach Reizung der peripherischen Vagusenden wahrnehmen kann, entweder ziemlich auf der gleichen Höhe (Curve I und IV) oder er steigt sogar an (Curve II); wenn in einzelnen Fällen durch das plötzliche Aussetzen des Herzschlages nach erfolgter Reizeinwirkung der Blutdruck augenblicklich etwas herabgedrückt erscheint, so erhebt sich derselbe alsbald wieder auf und meist über die frühere Höhe (Curve III und V).

Auf diese Erscheinung der Blutdruckerhöhung wollen wir noch später ausführlicher zurückkommen.

Die durch die beiliegenden Curven anschaulich gemachten Veränderungen in der Athmung lassen sich auch leicht durch ein Zahlenverhältniß ausdrücken, wenn man die Zeit zwischen je zwei Inspirationen vor und nach der Reizung vergleicht, wie folgende Angaben zeigen:

Zeitdauer zwischen zwei Inspirationen				
vor der Reizung	zwischen der letzten vor und ersten nach der Reizung = Dauer der Hemmung	nach der Reizung zwischen der		
		ersten—zweit.	zweit.—dritten	dritten—viert.
1 Secunde	10	1	2	2
1 „	16	2	2	2
2/3 „	12	5	1	2
3/4 „	42	10	3	2
1/2 „	48	6	26	12

Daraus ist deutlich zu ersehen, welch bedeutende Veränderungen der Reiz in den Athembewegungen hervorbringt.

Aus nahezu 30 ziffermäßig berechneten Beobachtungen erhielt ich die längste Hemmung zu 53, die kürzeste zu 9 Secunden; das arithmetische Mittel aller ergab 20 Secunden, und da die mittlere Zeit zwischen je zwei Inspirationen vor stattgehabter Reizung eine Secunde betrug, war die Athemfrequenz nach der Einwirkung des Reizes im Mittel um das zwanzigfache gesunken, erhob sich aber gewöhnlich nach Verlauf einer bis mehrerer Minuten zu ihrer früheren Zahl.

In wie weit die verschiedene Stärke des angewendeten Reizes die längere oder kürzere Dauer der Wirkung beeinflußt, kann ich wegen der mangelhaften Dosirung der Reize nicht angeben.

Nach Durchschneidung der Nervi Vagi bleibt im Allgemeinen die Wirkung auf die Herzthätigkeit aus, auf Blutdruck und Athmung dagegen bleibt sie bestehen. Die Pausen in der Athmung nach geschehener Reizeinwirkung werden absolut größer, bleiben aber beiläufig in demselben Verhältnisse zu der vor der Reizung vorhandenen Anzahl der Athmungen, als ob die Vagi nicht durchschnitten wären. (Curve VI.)

Wir hatten oben bemerkt, daß jedesmal im Momente der Reizung zugleich mit der Verlangsamung des Herzschlages auch ein Steigen des Blutdruckes verbunden sei, das oft an der Curve trotz der sehr geringen Pulsfrequenz noch deutlich genug zur Anschauung kommt.

Es galt daher, auch diesen Theil der Wirkung einer näheren Untersuchung zu unterziehen. Ich maß den Blutdruck zu wiederholten Malen an Kaninchen und Katzen, deren größere Anzahl mit Curare vergiftet war. Es zeigte sich sowohl bei curarisirten als anderen Thieren, deren Vagi vorher, um die Wirkung aufs Herz zu eliminiren, durchschnitten waren, immer mit Einwirkung des Reizmittels ein Steigen des Blutdruckes.

Bei einer großen Katze, deren mittlerer Blutdruck 184 Mm. Hg betrug, stieg derselbe in Folge der Reizung auf 225 Mm.

Die Erhöhung betrug somit 41 Mm., beinahe den vierten Theil des Gesammtblutdruckes vor der Reizung.

An diesem Orte muß ich die Beobachtung einer auffallenden Erscheinung erwähnen, die zu erklären ich bis jetzt außer Stande bin, deren nähere Untersuchung ich mir aber für späterhin vorbehalte.

Läßt man nämlich eines der gebräuchlichen Reizmittel nach der bekannten Weise auf die Nasenschleimhaut eines Thieres wirken, dessen Vagi bereits durchschnitten sind, so stellt sich beinahe regelmäßig nebst einer Steigerung des Blutdruckes ein eigenthümliches Aussetzen des Herzschlages ein, ja es kommt zu einer deutlichen Verlangsamung desselben verbunden mit einer seltsamen Unregelmäßigkeit, die noch am ehesten dem *pulsus bigeminus* (Traube) entspricht. Diese Erscheinungen unterscheiden sich wesentlich von obigen in folgenden Punkten:

Ihr Eintreten fällt niemals mit der Reizeinwirkung zusammen, sondern es verstreicht immer kürzere oder längere Zeit, bis die ersten Spuren davon sich zeigen; gewöhnlich ist zu dieser Zeit der Blut-

druck, der nach erfolgter Reizung gestiegen war, schon wieder zur Norm herabgesunken. Die Änderung im Herzschlage selbst stellt sich verschiedenartig dar. Bald zeigt sie sich nur als ein an verschiedenen Stellen der sonst regelmäßig fortlaufenden Blutdruckscurve auffallendes Aussetzen desselben, bald schließt sich an dieses plötzliche Aussetzen eine Reihe von verlangsamten Herzschlägen in der Art, daß zwischen je zwei mächtige Erhebungen immer eine ganz geringe fällt, bald endlich ist eine deutliche Verlangsamung der Herzschläge in der unregelmäßigsten Weise wahrzunehmen. Diese Veränderungen tauchen bei manchen Thieren im Verlaufe eines längeren Curvenabschnittes zu wiederholten Malen auf, ohne daß inzwischen ein neuer Reiz eingewirkt hätte, um endlich ganz so zu verschwinden, wie sie gekommen waren.

Nie konnte ich jene regelmäßige Verlangsamung der Herzthätigkeit und ihr allmähliges Zurückkehren zur früheren Schlagfolge beobachten, wie bei Integrität der Vagi, und es scheinen mir daher diese beiden verglichenen Erscheinungsreihen wesentliche Verschiedenheiten genug zu bieten, um sie nicht miteinander zu verwechseln.

Hiebei ist noch zu erwähnen, daß die in Rede stehenden räthselhaften Erscheinungen ebenfalls auf die Einwirkung der verschiedensten natürlichen Reize in gleicher Weise hervortreten, gleichgiltig ob die Thiere curarisirt sind oder nicht.

Eine etwaige directe Erregung der unteren Vagusenden glaube ich ausschließen zu können, da dieselben stets vor dem Reizmittel sorgfältig verwahrt wurden; ebenso wenig scheint der Erscheinung eine durch das Reizmittel gesetzte chemische Veränderung der Blutmasse zu Grunde zu liegen, die in dieser Art reizend auf das Herz wirken könnte; denn bei Application des Reizes direct auf die Lungenschleimhaut zeigte sich niemals jene Wirkung.

Selbstverständlich habe ich mich bei diesen Versuchen immer vollkommen überzeugt, daß die Vagi ordentlich durchschnitten waren; einigemale fügte ich später oder gleich von Vornherein die Zerstörung des Sympathicus und Depressor hinzu, ohne daß ich damit die Sache geändert hätte.

Durch die vorstehenden Erörterungen wurde bis jetzt der Beweis zu liefern gesucht, daß die Schleimhaut der Nase der Haupt-

sitz sei, von dem aus die beschriebenen Reflexvorgänge in Athmung und Kreislauf eingeleitet werden können und zugleich diese Vorgänge eingehender besprochen.

Es erübrigt noch die Beantwortung der Frage: Welcher von beiden die Nasenschleimhaut versorgenden Nerven, *Trigeminus* oder *Olfactorius* enthält die sensiblen Bahnen dieses Reflexes oder sind beide Nerven dabei betheiligt? Vom Glossopharyngeus durfte man wohl absehen.

Um nun diese Fragen einer endgiltigen Lösung entgegenzuführen, mußte man das Gebiet der Nervendurchschneidungen innerhalb der Schädelhöhle betreten. Es ist hier nicht der Ort, auf das Mißliche und Schwierige dieser Operationen und die Beweisfähigkeit oder Zweifelhaftigkeit ihrer Resultate einzugehen. Daß sie zur Beantwortung oben gestellter Fragen nicht umgangen werden und durch bessere Methoden ersetzt werden konnten, wird mir Jeder zugeben.

Aus den bereits angeführten Thatsachen, daß Erkältung oder mechanische Reizung der Nasenschleimhaut an Stellen, die ihre Nerven lediglich vom Trigeminus erhalten, auf Athmung und Herzschlag einen, wenn auch geringen, so doch deutlich wahrnehmbaren Einfluß nehmen, konnte man vermuthen, daß der Trigeminus wenigstens bei dem Reflexe mit betheiligt sein müsse, ob er ganz allein dabei im Spiele sei, mußten weitere Versuche lehren.

Zu dem Ende wurden einem Kaninchen beide Olfactorii vom Hirne abgetrennt.

Die Operation ist ziemlich einfach: Man trepanirt zwischen den Kuppen beider Orbitalränder mit den gewöhnlichen Vorsichtsmaßregeln ein Stück Schädeldach heraus, geht mittels eines sichelförmig gekrümmten scharfen Messerchens um die untere Fläche des vorderen Großhirnabschnittes herum, indem man sich dabei immer mit der Spitze des Messers an den Knochen hält und durchtrennt hierauf mit einem Zuge die auf der Schneide des Messers liegenden Hirntheile. Die Blutung ist nicht bedeutend und wenn man die Hautwunde oberhalb des gesetzten Substanzverlustes im Schädeldache wieder zunäht, so ertragen die Thiere den Verlust ihrer Riechnerven mit großer Gleichgiltigkeit.

Läßt man auf die Nasenschleimhaut eines derartig behandelten Thieres, das inzwischen einige Tage in Ruhe blieb, um die der Operation folgende Reaction vorübergehen zu lassen, die gebräuchlichen

Reize wirken, so treten die beschriebenen Reflexvorgänge in Athmung und Kreislauf so deutlich hervor, als ob Nichts mit dem Thiere geschehen wäre, woraus folgt, daß der Olfactorius an dem Reflexe, wenn überhaupt, so nur in geringem Maße betheiligt sein könne.

Elektrische Reizung der Olfactorii nach Eröffnung des Schädels zeigte sich in einem Falle ohne allen Erfolg. — Nun ging ich an die Durchschneidung der Trigemini, während die Olfactorii unversehrt blieben.

Die Hoffnung, den Reiz auf jede Nasenhälfte gesondert beschränken zu können, bewog mich, zunächst nur Einen Trigeminus zu zerschneiden und die Resultate der gesonderten Reizung zu vergleichen.

Es stellte sich jedoch heraus, daß zwar allerdings mechanische Reizung der rechten Nasenschleimhaut — die Seite, auf welcher der Nerv durchschnitten war — für Athmung und Herzschlag ganz erfolglos blieb, während eine Verlangsamung beider allsogleich eintrat, wenn man die andere Nasenhälfte derselben Behandlung unterzog; — für die Anwendung von gasförmigen Körpern jedoch ist die Durchschneidung bloß Eines Trigeminus unzureichend. Selbst nach vollständiger Katheterisirung des einen Nasenkanales gelingt es nicht den Reiz auf diesen zu beschränken.

Es blieb daher nichts übrig, als einem Kaninchen beide Trigemini zu durchschneiden, es einige Zeit nach der Operation der Ruhe und Erholung zu überlassen und dann sein Verhalten zu den in Rede stehenden Reizen zu prüfen.

Nach gelungener, durch die nachträgliche Section bestätigter Durchtrennung beider Trigemini hört jeder Einfluß natürlicher und anderer Reizung der Nasenschleimhaut auf Athmung und Herzschlag auf.

Ich kann nicht umhin, aus der Reihe der hieher gehörigen Versuche einen heraus zu heben, der mir für die Entscheidung der eben besprochenen Frage interessant und werthvoll erscheint.

An einem Kaninchen wurde die Durchschneidung des Trigeminus beiderseits vorgenommen und das Thier hierauf durch einen Tag der Ruhe überlassen. Nach diesem Zeitraume zeigten sich rechterseits die Folgen der gelungenen Durchschneidung als Empfindungslosigkeit der ganzen rechten Gesichtshälfte, Trübung der ebenfalls gegen die heftigsten Eingriffe unempfindlich gewordenen Cornea, Erweite-

rung der Augengefäße u. s. w. Linkerseits jedoch wurde bei Berührung der Cornea und besonders der Conjunctivalfläche des unteren Lides stets der gewöhnliche Reflex — Schluß der Augenlider — ausgelöst, während mechanische und elektrische Reizung der linken Gesichtshälfte, sowie des entsprechenden Nasenkanales das Thier ebenso ruhig ließ, wie wenn diese Reizung auf der rechten Seite vorgenommen wurde.

Dieses Thier nun zeigte auf kein einziges unserer aufgezählten Reizmittel, die ihm, wie sonst immer in die Nase geblasen wurden, eine Verlangsamung in Athmung und Herzschlag; auch dann nicht, wenn man die nämlichen Reize von unten her auf die Schleimhaut des Kehlkopfes wirken ließ, in welchem eine Kanüle zu diesem Zwecke eingebunden wurde.

Die Section dieses Kaninchens und die Untersuchung seines in Alkohol aufbewahrten Schädels bestätigten die aus den oben angegebenen Symptomen wahrscheinlich gewordene Vermuthung, daß zwar der rechte Trigeminus vollkommen durchschnitten sein müsse, keinesfalls aber der linke. Von letzterem waren in der That einige an der Medialseite des Nerven nach Oben gelegene Fasern erhalten geblieben, von denen man annehmen mußte, daß sie in diesem Falle jene oben genannten Partien versorgten, welche nach vollführtem Durchschneidungsversuche noch empfindlich geblieben waren.

Dieser Fall schien mir deßwegen bedeutungsvoll genug, um bei ihm etwas länger zu verweilen, weil er es wahrscheinlich macht, daß nicht anderweitige mit der Durchschneidung der Trigemini etwa einhergehende Störungen innerhalb der Schädelhöhle das Auftreten unserer Reflexvorgänge nach der Durchschneidung hindern; denn während diese letzteren an dem besagten Thiere durch keines der sonst so wirksamen Reizmittel hervorgerufen werden konnten — da eben die die Nasenschleimhaut versorgenden Fasern, nach der Empfindungslosigkeit dieser zu urtheilen, zerstört waren — wurden noch immer andere Reflexe ausgelöst, für welche in demselben Nerven die Bahnen zufällig unversehrt geblieben waren. Will man demnach nicht die etwas unwahrscheinliche Annahme machen, daß bei jeder der von mir gemachten Trigeminusdurchschneidung, sei es durch den dabei stattgefundenen Bluterguß in die Schädelhöhle, sei es durch kleine Nebenverletzungen u. dgl. zugleich die motorischen Bahnen für die fraglichen Reflexe und immer nur gerade

diese vernichtet worden seien, so wird die Thatsache, daß nach der Zerstörung der Trigeminusfasern unsere Reflexe regelmäßig ausbleiben, keine andere Deutung erfahren können, als daß die sensiblen Bahnen dieser Reflexe nur im Trigeminus verlaufen können.

Nach gelungener Durchschneidung beider Trigemini läßt sich auch der sicherste Beweis für die bereits an früherer Stelle gemachte Angabe herstellen, daß der Kehlkopf an dem ganzen Vorgange keinen wesentlichen Antheil habe. Ich habe an mehreren Thieren das Verhalten der Kehlkopfschleimhaut zu unseren Reizmitteln nach der Durchschneidung der Trigemini untersucht und nur in einem einzigen Falle eine geringe Verlangsamung der Athembewegungen wahrgenommen — merkwürdiger Weise gerade nur, wenn ich das Reizmittel (Tabakrauch) von unten her und mit ziemlicher Stärke in den Kehlkopf trieb. Dabei blieb aber der Rhythmus der Athmung vollkommen regelmäßig. Blies ich den Rauch durch die Nase, wobei er aber jedesmal durch die unten in den Kehlkopf gebundene Kanüle entwich, diesen also ebenfalls passirt hatte, so zeigte sich niemals auch nur die leiseste Änderung in den Athem- und Herzbewegungen.

Dieselben negativen Resultate erhielt ich an den anderen Thieren mit nachgewiesen durchschnittenen Trigeminis. Was die eben angegebene Verlangsamung der Athembewegungen in dem angeführten Falle betrifft, so bin ich nicht im Stande, eine eingehende Erklärung hiefür anführen zu können, will aber bemerken, daß ich dieselbe Verlangsamung in den Athembewegungen erhielt, als ich bald darauf an demselben Thiere eine Klemme oberhalb des Kehlkopfes angelegt hatte, welche auch die *Nervi laryngei superiores* umschloß.

Da mechanische und elektrische Reizung der Nasenschleimhaut, wie bereits mehrmals erwähnt wurde, ebenfalls Athmung und Herzschlag beeinflußt, machte ich auch einige Versuche darüber, welche Wirkung die elektrische Reizung des *Ramus supramaxillaris Trigemini*, der am Gesichte leicht zugänglich ist, hervorbringe.

Es tritt nun allerdings bei jeder Reizung dieses Nervenstammes ein Stillstand in der Athmung ein, aber derselbe charakterisirt sich, wie ein Blick auf die Curve VII. lehrt, wesentlich anders, als die in den andern Curven anschaulich gemachten Vorgänge in der Athmung.

Mit dem Beginne des Reizes fällt nämlich eine Inspiration zusammen, der zuweilen einzelne ganz kleine Athembewegungen folgen — hierauf erhebt sich die Abscisse der Curve ganz allmälig von der Inspirations- zur Exspirationsstellung, in welch' letzterer sie dann verharrt.

Mit dem Aussetzen der Reizung tritt allsogleich wieder eine Inspiration ein und die gleich nachfolgenden Athembewegungen charakterisiren sich durch nichts Besonderes. Höchstens könnte man anführen, daß die Tiefe und Frequenz derselben etwas größer sei als vor der Reizung, ungefähr wie bei einem Thiere, dessen Athmung durch Verschluß der Luftröhre für einige Zeit unterbrochen wurde. Der Blutdruck ging bei jeder beginnenden Reizung etwas in die Höhe, die Schlagfolge des Herzens blieb dabei ungeändert.

Des Vergleiches halber reizte ich abwechselnd einen anderen Hautnerven und zwar den *N. dorsalis pedis*. Die Reizung dieses Nerven hatte wohl öfter ein Zucken der betreffenden Extremität und lebhaftes Herumwerfen des ganzen Körpers des Thieres, aber niemals einen Athmungsstillstand zur Folge, auch nicht in der Weise, wie ihn die elektrische Reizung des Supramaxillarastes des Trigeminus ergab.

Auch war hiebei keine deutliche Erhöhung des Blutdruckes zu bemerken und ebenso blieb der Herzschlag ungeändert. Andere Hautnerven habe ich auf ihr Verhalten zu elektrischen Reizen nicht geprüft, da es mir bei dieser Arbeit darum nicht zu thun war; mich interessirte nur die Thatsache, daß der durch directe Reizung des Trigeminusastes erzeugte Athmungsstillstand sich wesentlich verschieden darstellt von den durch Anwendung natürlicher Reize auf die Nasenschleimhaut erzeugten.

An die im Verlaufe der Abhandlung bis jetzt vorgeführten, durch zahlreiche Beobachtungen gewonnenen und ausführlich besprochenen Thatsachen knüpft sich eine ebenso interessante als wichtige Frage.

Bekanntlich associiren sich die Bewegungen der Stimmbänder den Athembewegungen und zwar so, daß sie sich bei der Inspiration von einander entfernen, bei der Exspiration wieder gegen einander schieben, wodurch im ersten Falle die Stimmritze erweitert, im letzteren verengt werden muß.

Es handelt sich nun darum: Nehmen die Bewegungen der Stimmbänder an der durch unsere Reizmittel erzeugten Hemmung der Athembewegungen in der Exspirationsstellung Theil oder nicht? d. h. verengert oder schließt sich die Stimmritze schon, wenn die Reize die Nasenschleimhaut allein treffen oder bleiben die Schwankungen der Stimmbänder von diesem Eingriffe unabhängig?

Zur endgiltigen Beantwortung dieser Frage ist es nothwendig, die oberhalb des Kehlkopfes befindlichen Luftwege von diesem vollkommen abzusperren — damit Nichts von dem in die Nase geblasenen Reizmittel direkt die Stimmbänder berühre — und zugleich den Stand der Stimmritze aufmerksam zu beobachten, während die verschiedenen Reizmittel auf die Nasenschleimhaut wirken. Beides ist leicht möglich, wenn man nur hinreichend große Thiere zum Versuche wählt. Man macht an diesen die Tracheotomie tief unten, schneidet mit sorgfältigster Schonung der umliegenden Gebilde die Luftröhre dicht unterhalb des Kehlkopfes ab und ist so in den Stand gesetzt, beim Hineinsehen in die kurze Kehlkopfröhre das Spiel der Stimmbänder genau zu verfolgen, ohne daß es hiezu einer besonderen Vorrichtung bedürfte.

Dabei gewahrt man denn zunächst, daß die Stimmritze weit klafft und daß die Schwankungen der Stimmbänder eines von der Luftröhre losgetrennten Kehlkopfes äußerst geringfügig sind, sich aber im Allgemeinen dem Rhythmus der Athembewegungen nach der oben angedeuteten Weise anpassen.

Mechanische Reizung der Nasenschleimhaut, etwa durch Einführung einer Sonde in den einen oder andern Nasenkanal bewerkstelligt, zeigt einen wechselnden Erfolg. Mitunter zeigt sich bei mehreren, in dieser Art hintereinander angestellten Versuchen nichts anderes, als heftige Exspirationsstöße, begleitet von jedesmaligem plötzlichem und rasch vorübergehendem Verschluß der ganzen Stimmritze; dabei machen die Thiere gewöhnlich auch andere ungeberdige Bewegungen, die jedes genauere Beobachten vereiteln. Manchmal reagiren die Thiere auf diesen Reiz gar nicht, besonders wenn sie schon früher einige solche Versuche erduldet hatten.

Oft jedoch geschieht es, daß mit der Einführung der Sonde in den Nasenkanal die Stimmbänder sich augenblicklich gegen einander schieben, viel näher, als es sonst bei der Exspiration der Fall ist, so daß der nunmehrige Querdurchmesser

der Stimmritze kaum ein Drittel des früheren beträgt. Zugleich hält die Athmung in der Exspirationstellung stille und auch der Herzschlag ist merklich verlangsamt, was man Alles an dem ruhig daliegenden Thiere beobachten kann.

Die Befeuchtung der Nasenschleimhaut mit einer reizenden, nicht flüchtigen Flüssigkeit, als welche mir verdünnte Schwefelsäure diente, erwies sich nicht von so glücklichem Erfolge; ich erhielt stets nur Nießbewegungen.

Um nun über die Wirkung gasförmiger Stoffe in's Klare zu kommen, legte ich nach der schon früher beschriebenen Weise oberhalb des Kehlkopfes eine Klemme an und ließ zuerst gewöhnliche Ausathmungsluft in die Nasenkanäle mit steigender Heftigkeit einblasen; es zeigte sich beinahe gar keine Veränderung der Stimmritze. Sobald jedoch Kohlensäure oder Tabakrauch in die Nase getrieben wurden, schloß sich augenblicklich die Stimmritze und blieb so lange geschlossen, bis das Thier wieder die erste Inspiration machte. Wurden diese Stoffe von unten her an die Stimmbänder geblasen, so schlossen sich dieselben ebenfalls, öffneten sich aber wieder, sobald mit dem Einblasen inne gehalten wurde, bloßes Eintreiben von Ausathmungs-Luft in den Kehlkopf änderte den Stand der Stimmritze nicht, mechanische Reizung wurde gewöhnlich mit momentanem Verschluß beantwortet, der zugleich von einer Schlingbewegung begleitet war. Daß mit den letzt erwähnten Erscheinungen keine Hemmung in der Athmung und keine Verlangsamung des Herzschlages verbunden ist, wurde schon zu wiederholten Malen hervorgehoben.

Um mich nun sicher zu stellen, daß nichts von dem gasförmigen Reizmittel durch die Klemme habe in den Kehlkopf treten können, verfuhr ich folgendermassen: Ich ließ Alles am Thiere so, wie es während des Versuches war und tauchte dasselbe unter Wasser, bis dessen Niveau die unterhalb des Kehlkopfes angelegte Schnittfläche überragte; hierauf blies ich durch die in den Nasenlöchern stecken gebliebenen Kanülen Luft ein und beobachtete genau, ob aus dem unteren Kehlkopfende Luftblasen aufsteigen werden. Es war mir aber selbst dann, wenn ich die Nasenflügel des Thieres dicht an die in den Nasencanälen befindlichen Kanülen anpreßte und mit voller Kraft meiner Lunge Luft einblies, nicht möglich auch nur eine ein-

zige Luftblase durch die Klemme in den Kehlkopf und durch diesen treiben zu können.

Damit ist auch eine direkte Berührung jener Stoffe mit den Stimmbändern bei meinen Versuchen ausgeschlossen und die Thatsache vollkommen gesichert, daß Kohlensäure, Tabakrauch und wahrscheinlich auch die anderen hiehergehörigen Stoffe, die ich auf diese Wirkung nicht weiter prüfte, schon bei bloßer Einwirkung auf die Nasenschleimhaut einen Verschluß der Stimmritze bewirken, und zwar ist dieser Verschluß meist ein ganz vollständiger.

Nach Durchschneidung der Vagi bleibt jede wie immer geartete Reizung der Nasenschleimhaut oder der Stimmbänder selbst ohne Einfluß auf den Stand der Stimmritze; nur schien es mir, daß nach diesem Eingriffe die Stimmritze etwas enger werde und die leisen Schwankungen derselben fortbestehen bleiben, welche die Athembewegungen des Thieres begleiten. — Ob dieselben auf einfach mechanische Weise durch die Bewegungen des Kehlkopfes zu Stande kommen, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen; sprechen würde dafür der Umstand, daß sie auch nach Durchschneidung der *laryngei sup.* und *inferiores* zu bemerken sind.

Die Reflexvorgänge, deren ausführliche Schilderung den Gegenstand vorliegender Abhandlung bildet, gewähren uns Einsicht in eine sehr zweckmäßige Einrichtung für die Athmung der Thiere.

In dem Augenblicke, als ein dem Organismus durch irgend welche Eigenschaften feindseliges Gas mit der Schleimhaut der Nase in Berührung kommt, wird plötzlich die Athmung unterbrochen und zwar durch eine heftige Exspiration, welche zugleich den schon eingedrungenen fremdartigen Stoff aus den Luftwegen hinaustreibt. Die Stimmritze verschließt sich zu gleicher Zeit krampfhaft und bleibt so lange geschlossen, als die Athmung in ebenfalls krampfhafter Exspiration stille steht, so daß man den ganzen Vorgang nicht unpassend als einen Expirationstetanus bezeichnen könnte.

Daß dieser Exspirationstetanus mit bloßen Nießbewegungen des Thieres nichts gemein habe, als die heftige Exspiration, die aber bei letzterem Akte immer kurz und rasch vorübergehend erfolgt, darauf wurde schon an früherer Stelle hingewiesen; übrigens lehrt ein

Blick auf die Curven, daß es sich hier um ganz andere Vorgänge handelt. Für die plötzliche Verlangsamung der Herzschläge und die Erhöhung des Blutdruckes läßt sich zwar vorläufig keine ähnliche teleologische Anschauung finden, indessen ist die Sache an sich selbst interessant genug. Die Steigerung des Blutdruckes dürfte in eine Linie zu stellen sein mit der bekannten Druckzunahme im Gefäßsysteme nach Reizung anderer sensibler Nerven.

Daß diese Steigerung auf Rechnung des Gefäßsystems gesetzt werden müsse, beweist ihr Fortbestehen nach Loslösung des Herzens vom Gehirne durch Zerschneidung der Vagi; denn eine reflectorische Reizung der excitomotorischen Herznerven ist auch nicht anzunehmen, weil die Pulsfrequenz nicht zunimmt. Es lassen sich daher, wenn wir die gewonnenen Thatsachen noch einmal kurz zusammenfassen wollen, folgende Sätze aufstellen:

Es besteht im Organismus der Thiere eine eigenthümliche Reflexverbindung zwischen Nasenschleimhaut einerseits — Athmung und Kreislauf andererseits; zur Athmung zähle ich dabei auch den Reflex auf die Stimmbänder.

Die sensiblen Bahnen dieser Verbindung liegen im Trigeminus, die motorischen für die Athmung in den die Athmungsmuskeln versorgenden Nerven, für das Herz im Vagus.

Der Reflex tritt in Wirksamkeit bei jeder Reizung der Nasenschleimhaut und zwar jenes Antheiles, der seine Nerven vom Trigeminus erhält, besonders aber bei der durch verschiedene Gase und Gasgemische erzeugten, und äußert sich stets in der Athmung durch einen mit gleichzeitigem Verschluß der Stimmritze einhergehenden Exspirationstetanus, im Kreislaufe durch Verlangsamung der Herzschläge und gleichzeitiges Steigen des Blutdruckes in den Arterien.

Zum Schlusse mag die Besprechung einiger hieher gehöriger Beobachtungen von anderer Seite, so viel mir über den Gegenstand bekannt wurde, Platz finden.

In einer Abhandlung von Falk: „Über eine eigenthümliche Beziehung der Hautnerven zur Athmung [1])“, wird angegeben, daß beim Untertauchen der Thiere in kaltes Wasser regelmäßig ein Athmungsstillstand in Exspiration eintrete, dessen Dauer ein Maximum bis zu 5 Minuten erreichen kann. — Ob bei diesem lange dauernden Athmungsstillstande in Exspirationsstellung sich auch der Kopf des Thieres unter Wasser befand, ist nicht näher angegeben.

Weiter unten jedoch folgt die ausdrückliche Bemerkung, daß diese Hemmung augenblicklich eintrete, wenn das Thier mit dem Kopfe voran in's Wasser gesenkt werde, daß sie aber bei Thieren, die man zunächst mit den Füßen in's Wasser tauche und hierauf den übrigen Körper folgen lasse, erst dann zu Tage trete, wenn das Wasser die Herzgegend benetze; weiters, daß sie im letzteren Falle nicht so energisch und von so langer Dauer sei, wie bei der erstern Behandlung; auch genüge ein Eintauchen des Kopfes bis zum Schildknorpel des Larynx in vielen Fällen, um die Erscheinung deutlich hervorzurufen.

An einer anderen Stelle [2]) heißt es, „daß der Verschluß der Glottis nicht recht sichtbar war, wenn bloß Hinterhaupt, Stirn und Nacken untergetaucht wurden, aber sofort eintrat, sobald die Nasenspitze unter das Niveau des Wassers gesenkt wurde“.

Aus diesen Angaben läßt sich der Schluß ziehen, daß das Eintauchen der Nase in's Wasser sowohl auf die Athembewegungen, als auch auf den Stand der Stimmritze einen beträchtlichen Einfluß nehmen müsse auch bei Thieren, welche, wie es bei allen Versuchen Falk's der Fall war, durch eine Trachealfistel athmen. Es war ihm jedoch bei diesen Versuchen nur um Feststellung der Bedeutung einzelner Hautnerven für die Athmung zu thun, daher er die angeführten Beobachtungen, — die nach dem, was ich in der vorliegenden Arbeit über die Reizung der äußeren Nase und Nasenschleimhaut dargelegt habe, sofort verständlich erscheinen — nicht ausdrücklich betonte und auch nicht weiter verfolgte.

Hiermit im Zusammenhange stehen auch die Wahrnehmungen von M. Schiff [3]), nach welchen mechanische Reizung gewisser Hautnerven, namentlich eines Astes des Trigeminus einen Ath-

[1]) Reichert's Archiv 1869, 2. Band, p. 239.

[2]) l. c. p. 244.

[3]) Compt. rend. Tom 53. 1861, p. 330—333.

mungsstillstand in Exspiration bewirke. Ich habe schon oben erwähnt, daß man durch elektrische Reizung des ganzen aus dem *Foramen supramaxillare* hervortretenden Nervenstammes ebenfalls einen ähnlichen Athmungsstillstand erzeugen könne, und daselbst auch hervorgehoben, daß sich derselbe nach der Form der gezeichneten Athmungslinie (Curve VII) darin von dem von der Nase aus erregten unterscheide, daß bei ersterem stets mit der Einwirkung des Reizes eine tiefe Inspiration eintritt, an die sich mitunter ganz kleine Athembewegungen reihen, daß aber im weitern Verlaufe der Reizung die Abscisse der Athmungscurve allmählig in die Höhe steige und auf dieser dann eine Zeit lang verharren könne, mit der Entfernung des Reizes aber allsogleich zur Inspirationsstellung zurückkehre u. s. f.

Ob die mechanische Reizung der von Schiff bezeichneten Hautnerven sich ähnlich in ihrem Erfolge darstelle, wie die elektrische Reizung des Supramaxillarastes, oder ob die dabei eintretende Athmungshemmung in der That ganz der durch unsere gasförmigen Stoffe erzeugten gleich komme, kann ich nicht sagen, nur möchte ich für derlei Versuche dringend empfehlen, die Athmungsbewegungen hiebei immer durch ein empfindliches Instrument zeichnen zu lassen; denn bloße Beobachtung am Thiere kann oft zu Täuschungen führen.

Die reflectorische Wirkung verschiedener gasförmiger Substanzen auf den Herzschlag ist schon bekannt. Dogiel führt in seinen Untersuchungen über die Einwirkung des Chloroforms auf den Organismus der Thiere [1]) an, daß im ersten Stadium der Chloroformwirkung stets ein Stillstand mit nachfolgender Verlangsamung der Herzschläge eintrete, der sich nach Zerschneidung der Vagi nicht mehr einstelle.

Dieselbe Wirkung komme jedoch auch anderen flüchtigen Stoffen zu, die man die Thiere durch die Nase einathmen lasse.

Dieselben Gase direkt durch eine Trachealfistel in die Lunge eingeathmet, bewirken weder Stillstand, noch Verlangsamung des Herzschlages.

Aus diesen Thatsachen leitet nun Dogiel den Schluß ab, daß „diese genannten Substanzen reizend auf den Olfactorius wirken und auf diese Weise einen Reflex auf's Herz hervorrufen".

---

[1]) Reichert's Archiv 1866, p. 231.

Die Unzulässigkeit dieser Schlußfolgerung aus den gegebenen, übrigens auch nach meinen Beobachtungen ganz richtigen Prämissen brauche ich wohl nicht erst eingehender darlegen zu müssen.

In einem Nachtrage zu der angezogenen Arbeit [1]) sagt Dogiel, daß die erwähnten Erscheinungen am Herzen zu beobachten seien, gleichviel ob die *Nervi laryngei superiores* und *inferiores* durchschnitten seien oder nicht, daß sie auch nach der Zerstörung der Olfactorii, ebenso nach Durchtrennung der Trigemini fortbestehen, welche letztere Behauptung mit meinen Erfahrungen nicht übereinstimmt. Endlich läßt er die Thiere Chloroform wieder durch eine Trachealfistel direct in die Lunge athmen, vergißt aber anzuführen, was sich bei dieser Gelegenheit gezeigt habe.

Da er jedoch im Schlußsatze sagt, daß der Stillstand des Herzens im ersten Stadium der Chloroformnarkose nicht durch einen Reflex von den Laryngeis, Olfactoriis oder Trigeminis ausgelöst, sondern „durch die Lunge bewirkt werde", so läßt sich vermuthen, daß er bei direkter Einathmung des Chloroforms in die Lunge abermals eine Verlangsamung der Herzschläge beobachtet habe, was seinen früher gemachten Angaben und meinen Erfahrungen hierüber gänzlich widerspricht.

---

[1]) Reichert's Archiv, p. 415 und 416.

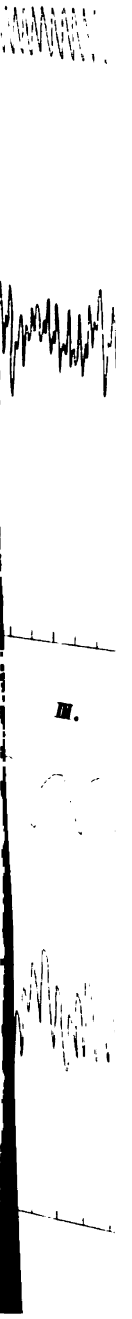
Erläuterung der Tafeln.

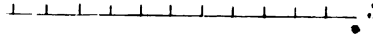
Alle Curven stammen von nicht narkotisirten Kaninchen. Die
Gerade, auf welcher die Zeitmarken in Intervallen von 2 Secunden auf
sind, ist die Abscisse der Blutdruckcurve; sie ist der Raumersparniß we
allen Curven um so viel höher gerückt worden, als die an ihren Ende
schriebenen Zahlen zeigen, so daß der Blutdruck jedes Punktes der Cu
funden wird, wenn man zu seinem Abstande von dieser Geraden die
Enden geschriebene Zahl hinzuaddirt und die so erhaltene Summe ver

Curve I, II und III sind von demselben Thiere erhalten. I soll d
dauernde Wirkung der Reize auf den Herzschlag zeigen, II die Steiger
Blutdruckes nach Einwirkung des Reizes trotz Verlangsamung der Herz

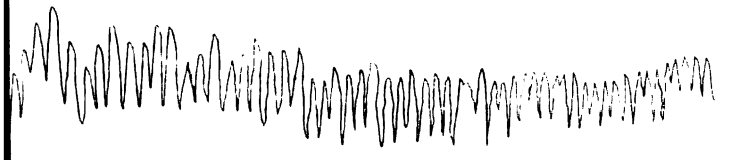
VI stammt von einem Kaninchen, dessen Vagi durchschnitten si
sieht die Folgen dieses Eingriffes an der geänderten Athmung. — Di
die Reizung erzeugte Athmungspause ist sehr lang, auf der Athmungsli
die Herzschläge in Form kleiner Einsenkungen und Erhebungen zu be

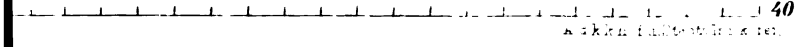
VII zeigt die Form einer Athmungscurve bei elektrischer Reiz
Supramaxillarastes des Trigeminus.





III.





Über Wärmemenge und Temperatur der Körper.

Von **Karl Puschl**,
Capitular des Benedictiner-Stiftes Seitenstetten.

Stellen wir uns einen Körper vor, in welchem sowohl die seine Masse constituirenden Atome, als auch der zwischen den Atomen vorhandene Äther in vollkommener Ruhe seien. Ein solcher Körper enthielte gar keine Wärme; er befände sich im absoluten Nullpunkte der Temperatur. Versetzen wir denselben in den freien Äther eines weiten Raumes, den von allen Seiten herkommende und überall gleich intensive Wärmestrahlen durchkreuzen, so nämlich, daß überall in diesem Raume durch die Flächeneinheit nach jeder Seite in gleichen Zeiten gleich viel Wärme geht. In den gedachten Körper dringen dann von allen Seiten her Strahlen ein; er wird erwärmt. Nehmen wir an, derselbe sei für alle einfallenden Strahlen, und für alle im gleichen Maße, opak, so können die in ihn eindringenden Strahlen zunächst nur eine gewisse Tiefe unter dessen Oberfläche erreichen, also unmittelbar nur eine Schicht von gewisser Dicke erwärmen; die so bestrahlte Schicht gibt einen Theil der eingefangenen Wärme an die nächst tiefere, diese wieder einen Theil des Zuflußes an die folgende ab, und so fort, so daß durch den fortdauernden Zufluß von außen endlich alle Schichten gleichmäßig mit Wärme erfüllt sind; der Körper, welcher vom Beginne der Einstrahlung an einen Theil der eingefallenen Strahlen wieder zurückgab, und zwar immer mehr, je weiter seine Erwärmung fortschritt, hat dann einen stationären Zustand erreicht, in welchem er nämlich bereits ebensoviel Wärme an den ihn umgebenden freien Äther zurückstrahlt, als er von ihm empfängt, und wobei auch im Innern desselben überall durch die Flächeneinheit in gleichen Zeiten nach jeder Seite gleich viel Wärme geht — er hat jetzt in allen seinen Theilen die Temperatur des Raumes angenommen, in dem er sich befindet, und besitzt eine gewisse, dieser Temperatur entsprechende Wärme-

menge. Jene verhältnißmäßig langsame Art der Fortpflanzung und Vertheilung der eingestrahlten Wärme in opaken Körper bezeichnet man als Leitung der Wärme.

Die dem gedachten Körper nun eigene Wärmemenge ist in denselben aus dem freien Äther übertragen, also lediglich durch die ihn ergreifende Bewegung jenes feinen Stoffes erzeugt worden. Das Bewegliche in einem Körper sind aber die von einander durch Zwischenräume getrennten Atome und der in den Zwischenräumen vorhandene Äther, jedoch so, daß jene zusammen fast allein die Gesammtmasse ausmachen, von welcher auf den außerordentlich dünnen Äther gewiß nur ein äußerst geringer Theil entfällt, und dieses grelle Massenverhältniß im Auge habend, nimmt man allgemein an, die Wärmemenge eines Körpers bestehe wesentlich in einer Bewegung seiner Atome, welche durch einfallende Ätherwellen erzeugt werden und auch selbst wieder solche Wellen erzeugen können, während die wirkliche Bewegung der im Körper enthaltenen Äthermenge von seiner ganzen Wärme höchstens nur ein unbedeutender Theil sei. Indessen, so unvermeidlich dieser Schluß bisher schien, dürfte die Sache sich in Wirklichkeit doch anders verhalten.

Denken wir uns zunächst, daß in dem oben betrachteten, im freien Äther schwebenden Körper die Atome für die einfallenden Wärmewellen unbeweglich und unveränderlich, d. h. unfähig wären, irgend etwas von der lebendigen Kraft derselben in sich aufzunehmen; dann könnte die ihm bei der schließlich erlangten Temperatur des umgebenden Raumes inwohnende Wärmemenge nur noch in der Bewegung der kleinen, in seinem Volumen vorhandenen Äthermasse bestehen, d. i. in der durch die freien Zwischenräume in den Körper gedrungenen, in dessen Netzwerk allmälig eingefangenen und darin durch zahllose Reflexionen auf kurze Strecken hin- und hergeworfenen Strahlenmenge. Diese Wärme wäre von außen unmittelbar nur bis zu einer gewissen Tiefe in das Atomsystem eingestrahlt. dann unter beständigen Interceptionen und Wiederausstrahlungen durch die Oberflächen der getroffenen Atome von Schicht zu Schicht fortgepflanzt und endlich in gleichmäßig dichter Vertheilung im ganzen Systeme angehäuft worden, nach einem ähnlichen Gesetze und in ähnlich langsamer Weise, wie die Wärmeleitung in einem wirklichen Körper vor sich geht; sie wäre nichts anderes, als die durch bloße innere Strahlung geleitete Wärme eines

Körpers mit unbewegten Atomen, während die Leitung der Wärme in den wirklichen Körpern nicht allein durch innere Strahlung, sondern zugleich durch eine ähnliche successive Übertragung und Vertheilung der lebendigen Kraft der Atombewegung erfolgen kann.

Das Gleichgewicht der Temperatur zwischen dem gedachten Körper und dem umgebenden Raume ist hergestellt, sobald jener fortdauernd eben so viel Wärme aus dem äußeren Äther aufnimmt, als er in gleicher Zeit durch Ausstrahlung an diesen abgibt. Es muß dann also die in der Zeit 1 durch eine Fläche $= 1$ in den Körper eintretende Strahlenmenge der durch die nämliche Fläche in derselben Zeit austretenden gleich sein. Bezeichnen wir die im freien Äther vermöge der ihn allseitig durchkreuzenden Strahlen herrschende totale Strahlendichte mit i, so dringt durch die Einheit der Oberfläche des getroffenen Körpers in einer Secunde mit der Geschwindigkeit $\varkappa$ eine gewisse mit $\varkappa i$ proportionale Strahlenmenge

$$= \beta \varkappa i$$

in denselben ein. Eine gleiche Strahlenmenge muß an der Eintrittsfläche jenes äußeren Wärmestromes den Körper verlassen und die so abfließende Wärme immer wieder durch die ihr in gleicher Richtung nachfolgende ersetzt werden; aber dieser innere, wegen zahlloser Reflexionen sich auf unendlich vervielfachten Umwegen durch das Netzwerk der Atome drängende Wärmestrom rückt durchschnittlich nur mit einer gewissen Langsamkeit vor[1]) und er muß daher, um gleichzeitig eben so viel Wärme aus dem Innern an die Grenze zu führen, durch die Intensität seiner Strahlen ersetzen, was ihm an Geschwindigkeit abgeht. Nennen wir die in den leeren Zwischenräumen des Körpers herrschende Strahlendichte J und die Ge-

[1]) Ein anfänglich wärmeloser, in einer für Wärme undurchdringlichen Röhre enthaltener Körper mit unbeweglichen Atomen würde, an einem Ende der Röhre bestrahlt, nach einiger Zeit am andern Ende Wärmestrahlen aussenden, zuerst nur wenige, aber allmälig mehr, und zuletzt würde ein constanter Wärmestrom austreten. Die dort hervorkommenden Strahlen hätten den Körper seiner Länge nach durchwandert, aber wegen ihres unendlich verwickelten Weges eine beträchtliche Zeit dazu gebraucht und wären daher in der allgemeinen Stromrichtung mit einer verhältnißmäßig geringen Geschwindigkeit fortgeschritten. Ähnlich muß ein allseitig bestrahlter Körper in jeder Richtung von einem sich langsam fortbewegenden Wärmestrom durchflossen sein.

schwindigkeit der Wärmeleitung durch innere Strahlung l, so liefert der innere Wärmestrom an der Einheit der Oberfläche, wenn wir für den Austritt der Strahlen dieselben Bedingungen annehmen, wie für den Eintritt, in der Secunde eine gewisse Strahlenmenge

$$= \beta l J$$

an den äußeren Äther ab; es wird daher im Zustande des thermischen Gleichgewichts zwischen dem Körper und dem äußeren Raume $\beta l J = \beta x i$, also auch

$$(1) \qquad l J = x i$$

und die Intensität oder Dichte der inneren Strahlung

$$J = \frac{x i}{l}$$

sein. Bedenkt man nun, wie außerordentlich gering die Geschwindigkeit der Wärmeleitung durch innere Strahlung im Vergleiche mit der Geschwindigkeit der Strahlen im freien Äther jedenfalls ist und wie sehr verdichtet daher die innere Strahlung im Vergleiche mit der äußeren Einstrahlung sein muß, dann kann man es bei aller annehmbaren Dünnheit des Äthers nicht mehr für so wahrscheinlich halten, daß die in den Körpern durch innere Strahlung in den leeren Zwischenräumen angesammelte Wärme oder lebendige Kraft der in denselben enthaltenen Äthermasse im Vergleiche mit der lebendigen Kraft ihrer Atombewegung zu vernachlässigen sei; oder daß sie von der ganzen Wärmemenge der Körper nur einen unbedeutenden Theil betrage.

In dem gedachten Körper wäre die Ansammlung und Verdichtung einer gewissen, von außen eingetretenen Strahlenmenge ganz allein [1]) durch die Menge der kleinen, in jedem Raumtheilchen des-

---

[1]) Hätte der Äther in den Atomintervallen, wie man gewöhnlich annimmt, eine andere Dichte oder Elasticität, als der Äther des Weltraums, so würde dies ebenfalls von Einfluß auf die Ansammlung der Wärme in den Körpern sein. Jene Annahme beruht aber nur auf der Verminderung der Geschwindigkeit des Lichtes in undurchsichtigen Körpern, welche sich ohnehin besser dadurch erklärt, daß in solchen Körpern nicht bloß der Äther, sondern auch die Körpersubstanz selbst durchsichtig ist, d. h. an der Fortpflanzung des Lichtes theilnimmt, und daß dasselbe in letzterer, in den Zwischenräumen aber gar nicht verzögert wird. Der

selben stattfindenden Reflexionen an den Atomoberflächen erzeugt worden. Es scheint mir daher gerechtfertigt, diese Wirkung einfach der sie bedingenden Ursache, nämlich die Anhäufung von Strahlen der Anhäufung von Atomoberflächen — die Strahlenverdichtung der Flächendichte in der bezüglichen Äthermasse proportional zu setzen. Bedeutet also f die Summe der im Körper vorhandenen reflectirenden Atomflächen, v sein Volumen und σ den mit Atomsubstanz erfüllten Raum, daher $v-\sigma$ das Volumen des die Zwischenräume erfüllenden Äthers und $\frac{f}{v-\sigma}$ die Flächensumme für die Volumseinheit desselben oder die bezügliche Flächendichte, so wird man, weil das Verhältniß

$$\frac{J-i}{i}$$

das Maß der Verdichtung ist, welche die äußere Strahlung im Körper erfahren hat, dem Gesagten gemäß annehmen dürfen:

$$\frac{J-i}{i} = \frac{Cf}{v-\sigma},$$

wo C eine gewisse, vom angewandten Längenmaße abhängige Constante ist. Demnach herrscht im Körper die Strahlendichte

$$J = \left(\frac{Cf}{v-\sigma} + 1\right) i \tag{2}$$

oder, da nach dem Vorigen $\frac{J}{i} = \frac{x}{l}$ in allen Körpern eine so ungeheuer große Zahl ist, daß die Einheit dagegen ganz verschwindet, ohne merklichen Verlust an Genauigkeit

$$J = \frac{Cfi}{v-\sigma}. \tag{3}$$

Für die Geschwindigkeit der Wärmeleitung durch bloße innere Strahlung folgt dann aus 2):

$$l = \frac{x}{\frac{Cf}{v-\sigma} + 1},$$

Betrag der Mitbewegung des Lichtes in bewegten Mitteln (vergl. meine Schrift „das Strahlungsvermögen der Atome" S. 11—15) scheint mir noch besonders für diese Ansicht zu sprechen.

wonach l bei unendlicher Verdünnung des Körpers sich ohne Ende dem Werthe von z, d. h. der Geschwindigkeit des Lichtes im Äther, nähert; in allen Fällen gewöhnlicher Körperdichte ist mit hinreichender Genauigkeit nach 3):

$$l = \frac{(r-s)z}{Cf}.$$

Da die Summe der Zwischenräume des gedachten Körpers $= r-s$ ist und in diesen überall die Strahlendichte J herrscht, so enthält derselbe die Strahlenmenge $J(r-s)$; dies ist also, weil wir seine Atome als unbewegt annehmen, schon alle dem Körper innewohnende Wärme. Nennen wir die im gewöhnlichen Wärmemaß ausgedrückte Menge derselben w und das Kraftäquivalent der entsprechenden Wärmeeinheit A, so ist Aw ein anderer Ausdruck für jene Strahlenmenge, und wir haben daher die Gleichung

$$Aw = J(r-s) \tag{4}$$

oder mit dem aus 3) folgenden Werthe von J

$$Aw = Cfi \tag{5}$$

Die Temperatur des Körpers bei dieser verschluckten Wärmemenge ist die Temperatur des ihn umgebenden, bloß mit Äther erfüllten Raumes; diese kann aber durch nichts anderes bestimmt sein, als durch die Intensität der denselben allseitig durchkreuzenden Strahlen, also durch die in ihm herrschende Strahlendichte i. Nennen wir die entsprechende Temperatur, vom absoluten Nullpunkte gezählt, t, so haben wir demnach

$$i = \lambda t, \tag{6}$$

wo λ eine vom angewandten Temperaturmaße abhängige Constante ist. Hiermit ergibt sich, wenn wir Kürze halber den constanten Werth

$$C\lambda = B \tag{7}$$

setzen, für die im gedachten Körper enthaltene Wärmemenge w die Beziehung

$$Aw = Bft. \tag{8}$$

Diese Formel sagt: Die Wärmemenge eines Systems unbewegter Atome ist proportional der Summe der Oberflächen derselben und proportional der absoluten Temperatur.

Wenn wir den angenommenen Körper die Gewichtseinheit enthalten lassen, dann bedeutet w die Wärmemenge und f die Flächensumme der Gewichtseinheit und $\frac{Bf}{A}$ ist jene Wärmemenge, welche die Temperatur der Gewichtseinheit von $t = \Theta$ auf $t = 1$ bringt, d. h. die specifische Wärme des Körpers. Nennen wir diese c, so haben wir demnach

$$Ac = Bf; \tag{9}$$

d. h. die specifische Wärme eines Systems unbewegter Atome ist der Flächensumme der Atome der Gewichtseinheit desselben proportional.

Die Gleichung 8) gibt dann als Ausdruck der Wärmemenge bei der Gewichtseinheit der Temperatur t

$$w = ct. \tag{10}$$

Wir hielten bisher die Voraussetzung fest, daß die Atome des gedachten Körpers durch die aus dem äußeren Äther in ihn eingedrungenen Wärmestrahlen weder bewegt noch verändert werden. Diese Beschränkung heben wir jetzt in so weit auf, als wir annehmen, die Atome seien sowohl als Ganze, als auch mit ihren Theilen um Lagen eines stabilen Gleichgewichts beweglich; hingegen bleibende Veränderungen entweder der mittleren Distanzen oder der Structur der Atome lassen wir immer noch ausgeschlossen. Der angenommene Körper soll also ein constantes Volumen behalten und seine Atome sollen ihrer Größe und inneren Beschaffenheit nach beständig dieselben sein.

Sobald als im gedachten Körper die zwischen den Atomen hin- und herfliegenden Strahlen diese ihre Angriffsorte selbst in Bewegung setzen, verlieren sie an lebendiger Kraft so viel, als zur Erzeugung des entstehenden Bewegungszustandes der Atome verbraucht wird; mit der im Körper herrschenden Ätherbewegung nimmt zugleich seine Ausstrahlung in den äußeren Äther ab und hält also der constanten

äußeren Einstrahlung nicht mehr das Gleichgewicht — seine Temperatur ist erniedrigt. Derselbe nimmt jetzt neuerdings mehr Wärme auf, als er abgibt, und zwar so lange, bis seine Atome jenen Bewegungszustand vollständig angenommen haben, welcher der Intensität der zwischen ihnen durch die constante äußere Einstrahlung unterhaltenen Ätherbewegung und somit der herrschenden Temperatur entspricht. Der Körper enthält also schließlich nach Wiederherstellung des Gleichgewichts von Ein- und Ausstrahlung um die zur Atombewegung verwendete Wärme mehr, als er früher bei gleicher Temperatur mit unbewegten Atomen erhalten hatte. Es sei dieser auf die Temperatur des Körpers nicht influirende Überschuß an aufgenommener Wärme $= e$, so ist jetzt die ganze dem Körper bei der Temperatur t inwohnende Wärmemenge

$$w = ct + e, \tag{11}$$

welche derselbe durch Erkaltung bis zum absoluten Nullpunkte der Temperatur, ohne sein Volumen oder die Beschaffenheit seiner Atome zu ändern, auch wieder ausstrahlen könnte.

Indem nun die Atome und ihre beweglichen Theile, im angenommenen Falle durch den zuerst erregten Äther gestört, um Gleichgewichtslagen oscilliren, besitzt jedes derselben eine seinem actuellen Schwingungszustande entsprechende lebendige Kraft, für deren wechselnde Größe es einen gewissen Mittelwerth gibt, und das ganze System enthält damit eine lebendige Kraft, welche die Summe aller den Atomen gleichzeitig inwohnenden lebendigen Kräfte oder ihrer anstatt derselben anzunehmenden Mittelwerthe ist. Bedeutet m die Masse und u^2 das mittlere Geschwindigkeitsquadrat eines Atoms, so ist $\frac{mu^2}{2}$ die mittlere lebendige Kraft eines solchen und daher, wenn der Körper aus n gleichen Atomen besteht, die entsprechende Summe lebendiger Kräfte desselben

$$= \frac{nmu^2}{2},$$

welche in unserem Falle durch aufgenommene Wärmestrahlen erzeugt wäre.

Diese Kraftmenge macht jedoch nicht die ganze zur Herstellung des Bewegungszustandes der Atome verwendete Kraft aus. Denn

seine mittlere lebendige Kraft besitzt ein schwingendes Atom bei einer gewissen mittleren Verschiebung aus der Lage des Gleichgewichts; in dieser Verschiebung befindlich würde es, der ihm hier inwohnenden Geschwindigkeit beraubt, nicht etwa in Ruhe bleiben, sondern seine Gleichgewichtslage zu gewinnen suchen, und in derselben ankommend, müßte es eben jene mittlere Geschwindigkeit, die ihm zuvor bei der entsprechenden Verschiebung genommen wurde, wieder erlangt haben; oder umgekehrt, die bloße Erzeugung der mittleren Verschiebung eines Atoms erfordert einen Aufwand an lebendiger Kraft, welcher ebenso groß ist, als die ihm bei jener Verschiebung wirklich noch inwohnende lebendige Kraft.

Um also die sämmtlichen Atome des gedachten Körpers in ihre einem gewissen Mittelwerthe entsprechenden Verschiebungen zu bringen und sie überdies mit der ihnen bei diesen Verschiebungen eigenen lebendigen Kraftsumme $= \frac{nmu^{2\bullet}}{2}$ zu versehen, mußte ein Strahlenquantum vom doppelten Betrage der letzteren, nämlich

$$= nmu^2,$$

verwendet werden, und folglich ist, da e die zur Herstellung jenes ganzen Bewegungszustandes aufgenommene Wärmemenge bedeutet,

$$(12) \qquad e = \frac{nmu^2}{A} = \frac{u^2}{gA},$$

mit Rücksicht, daß (unter g die Beschleunigung der Schwere verstanden) das Gewicht nmg des angenommenen Körpers $= 1$ ist.

Der Ausdruck 11) für die Gesammtwärme jenes Körpers geht hiermit über in

$$(13) \qquad w = ct + \frac{nmu^2}{A} = ct + \frac{u^2}{gA},$$

wobei u immer die mittlere Geschwindigkeit der bewegten Atome bedeutet.

Nach dem Gesagten umfaßt die in einem Körper wirklich vorhandene Wärme: 1. die ganz in Ätherbewegung bestehende Wärmemenge, welche er bei der herrschenden Temperatur auch im Falle unbewegter Atome, als zwischen denselben durch Reflexion hin- und hergeworfene Strahlenmenge, enthalten würde — diese die Tempe-

ratur des Körpers bestimmende Wärme nenne ich seine Temperaturwärme; 2. eine gewisse, seine Temperatur nicht alterirende Wärmemenge, welche der Körper vermöge des der Temperatur entsprechenden Bewegungszustandes enthält und die derselbe durch das bloße Aufhören jenes Bewegungszustandes bei constant erhaltenem Volumen, wenn es physisch möglich wäre, entlassen würde. Diese nenne ich seine Bewegungswärme [1]); sie besteht zur Hälfte aus den den Atomen in einem gegebenen Augenblicke wirklich eigenen lebendigen Kräften und zur andern Hälfte aus den durch ihre gleichzeitigen Verschiebungen bedingten, in solche Kräfte verwandelbaren Spannkräften [2]).

Wärmezustand der Gase.

Nach einer von mir aufgestellten Hypothese beruht der gasförmige Zustand der Körper wesentlich auf der Wechselwirkung ihrer Atome durch die zwischen ihnen hin- und hergeworfenen Wärmestrahlen. Ein Licht- oder Wärmestrahl übt vermöge der in seiner Richtung herrschenden Ätherspannung auf ein opakes und also einseitig getroffenes Atom einen Zug aus, dessen Intensität dem Quadrate der Geschwindigkeit der entsprechenden Ätherschwingungen proportional und eben die Intensität des Strahles selbst ist; als Aussender von Wärmestrahlen, für die sie opak sind, üben daher die Atome der Gase gegenseitig anziehende Kräfte aus. Indem aber jedes Atom nur ausstrahlt, was es von seiner Umgebung empfängt und wieder zurückwirft, verhalten sich je zwei einander nahe gestellte Atome inmitten der übrigen wie zwei undurchsichtige, von

---

1) Ein Körper im absoluten Nullpunkte der Temperatur wäre nach unserer Hypothese nicht nothwendig ohne innere Bewegung, aber jedenfalls ohne Wärmestrahlung; eine etwa anderswie in Gang erhaltene Atombewegung könnte er dann immerhin noch besitzen. Ganz allgemein ist daher unter Bewegungswärme eines Körpers nicht alle in ihm möglicher Weise vorhandene Atombewegung, sondern solche nur in so weit, als sie durch die zwischen den Atomen hin- und hergeworfenen Wärmestrahlen bedingt ist und folglich bei der absoluten Nulltemperatur verschwinden würde, zu verstehen.

2) Mit der hier gegebenen Entwickelung der Begriffe von Temperaturwärme und Bewegungswärme berichtige ich das Entsprechende in dem schon erwähnten „Strahlungsvermögen der Atome".

außen her beleuchtete Körper, d. h. sie sind auf ihren inneren oder einander zugewendeten Seiten schwächer als auf ihren Außenseiten bestrahlt, und da nach dem Gesagten jedes Atom überwiegend nach der Seite gezogen wird, woher es am stärksten bestrahlt ist, so werden je zwei einander genäherte Atome durch die überwiegende Anziehung der sie umgebenden Atome immer wieder auseinander getrieben, so als wenn dieselben gegenseitig eine Abstoßung ausübten. Durch ihre Opacität also bedingen die Atome stets eine solche Vertheilung der zwischen ihnen hin- und hergeworfenen Strahlen und somit der entsprechenden Anziehungskräfte, daß sie vermöge der in jedem Augenblicke vorhandenen resultirenden Kräfte sich fliehen, die größtmöglichen gegenseitigen Abstände suchen und so in dem ganzen erfüllbaren Raume sich in einer durchschnittlich gleichmäßigen Vertheilung erhalten, obwohl die gegenseitigen Annäherungen möglicher Weise sehr weit gehen und selbst Zusammenstöße vorkommen können. Je einem vollkommenen Gase sind die von den Atomen einander zugesendeten Strahlen die einzigen gegenseitig ausgeübten und die durch ihre momentanen Stellungen bedingten, an ihnen vorkommenden Bestrahlungsdifferenzen die einzigen, sie gegenseitig wirklich bewegenden Kräfte.

Versetzen wir die sämmtlichen Atome eines vollkommenen Gases, ohne ihnen eine Geschwindigkeit mitzutheilen, in ihre mittleren, d. h. in diejenigen Lagen, wo jedes derselben auf allen Seiten gleich stark bestrahlt wäre, so würden die entsprechenden, auf die Atome ausgeübten Kräfte einander vollkommen selbst aufheben, d. h. keine die Atome gegenseitig bewegenden Resultanten geben; die Atome würden also, eine sich genau gleichbleibende Strahlenvertheilung vorausgesetzt, keine Tendenz zu irgend einer Veränderung und ihrer gegenseitigen Distanzen haben und folglich wäre in diesem gedachten Zustande der Druck des Gases gleich Null. Sehen wir noch von möglichen Bewegungen der Theile der Atome ab, d. h. denken wir uns die Atome selbst als nahezu unveränderlich, so würde dann die ganze im Systeme enthaltene Wärme bloß in der seiner Temperatur entsprechenden Ätherbewegung, also in seiner Temperaturwärme ct bestehen. Verschieben wir aber jetzt die Atome durchschnittlich gegen einander, so treten augenblicklich Bestrahlungsdifferenzen an denselben und in deren Folge den Verschiebungen entgegenwirkende Kräfte — also Widerstände auf, welche bei gleichmäßiger Vertheil-

lung der erzeugten Verschiebungen als ein allseitig gleich starker Druck erscheinen, und wenn wir die Verschiebungen etwa dadurch hervorbringen, daß wir alle n-Atome, jedes von der Masse m, von ihren mittleren Lagen aus gleichmäßig nach allen Richtungen eine gewisse Geschwindigkeit $= u_1$ übertragen, so ist $\frac{nmu_1^2}{2}$ die zur Erzeugung jenes allseitigen Druckes aufgewendete Kraftsumme; hat derselbe aber im ganzen Gasvolumen v durchschnittlich die Intensität p, d. h. wird jede im Raume v angenommene Flächeneinheit durch die genannte Kraftsumme mit der Kraft p afficirt, so ist ihr entsprechender Ausdruck das Product pv und es muß daher

$$pv = \frac{nmu_1^2}{2}$$

sein. Die den Atomen ursprünglich beigebrachte lebendige Kraftsumme ist das Doppelte derjenigen, welche sie im Fortgange ihrer Bewegung unter dem Einflusse der ihren Verschiebungen widerstehenden Kräfte durchschnittlich besitzen; nennen wir, wie früher, die entsprechende mittlere Geschwindigkeit u, so ist demnach

$$u_1^2 = 2u^2$$

und wir haben

$$pv = nmu^2 = \frac{u^2}{g}, \tag{14}$$

das Gewicht nmg der ganzen Masse wieder gleich 1 genommen. Das Gas enthält also jetzt, außer der schon bei unbewegten Atomen darin vorhandenen Temperaturwärme ct, noch die Bewegungswärme

$$e = \frac{nmu^2}{A} = \frac{pv}{A} \tag{15}$$

und es ist hiernach die ganze, bei der Temperatur t und dem Drucke p demselben inwohnende Wärmemenge

$$w = ct + \frac{pv}{A}. \tag{16}$$

Wir haben dabei vorausgesetzt, daß die Bewegungen der Atome nur unter dem Einflusse ihrer gegenseitigen Bestrahlung geschehen und daß im Vergleiche mit den Bewegungen der

Atome als Ganze die möglichen Bewegungen ihrer Theile von keinem merklichen Belange seien. Die einzigen, in einem solchen Systeme vorhandenen Bewegungskräfte sind die an den Atomen vorkommenden, durch ihre Verschiebungen bedingten Bestrahlungsdifferenzen, d. h. die den Verschiebungen der Atome aus ihren mittleren Lagen widerstehenden und sie in solche wieder zurückführenden Kräfte sind stets nur jene Überschüsse an Bestrahlung, die sie auf den ihren mittleren Lagen zugewendeten Seiten empfangen; was ein aus einer mittleren Lage fortbewegtes Atom an Geschwindigkeit oder lebendiger Kraft verliert, kann daher nur auf Erzeugung einer entsprechenden Strahlenmenge verbraucht werden, wie umgekehrt der Zuwachs an lebendiger Kraft eines in eine mittlere Lage zurückkehrenden Atoms aus den es bewegenden Strahlen geschöpft wird, und während also die Summe der den Atomen in einem gegebenen Augenblicke wirklich eigenen lebendigen Kräfte die eine Hälfte der ganzen Bewegungswärme e nämlich

$$\frac{e}{2} = \frac{nmu^2}{2A} = \frac{pv}{2A}$$

ist, kann die andere Hälfte nur als eine in lebendige Kräfte der Atome verwandelbare Strahlenmenge vorhanden sein. Hieraus folgt, daß ein vollkommenes Gas bei der Temperatur t und dem Drucke p an Ätherbewegung im Ganzen die Wärmemenge

$$ct + \frac{pv}{2A}$$

enthält, während die lebendige Kraft seiner Atome den Rest seiner Gesammtwärme, nämlich die Wärmemenge

$$\frac{pv}{2A}$$

ausmacht, d. h. die lebendige Kraft des Äthers in einem vollkommenen Gase ist jedenfalls (und zwar um das Äquivalent der Temperaturwärme ct) größer als die lebendige Kraft der Atome des Gases.

Die specifische Temperaturwärme c eines Gases (seine wahre specifische Wärme) kann mit Hilfe der Gleichung 16) aus der experimentellen specifischen Wärme berechnet werden.

Bedeutet nämlich s_1 die specifische Wärme desselben bei constantem Volumen, so ist nach der genannten Formel

$$(17) \qquad s_1 = \frac{dw}{dt} = c + \frac{v}{A}\frac{dp}{dt}.$$

Erwärmt man aber das Gas bei constantem Drucke und ist die dem Temperaturzuwachse dt entsprechende Volumänderung dv, so muß es dabei eine Arbeit $= pdv$ leisten und somit um die äquivalente Wärmemenge $= \frac{pdv}{A}$ mehr aufnehmen als bei constantem Volumen; demnach ist die specifische Wärme bei constantem Drucke

$$(18) \qquad s = s_1 + \frac{p}{A}\frac{dv}{dt}.$$

Folgt das betreffende vollkommene Gas dem Mariotte- und Gay-Lussac'schen Gesetze [1]), so ist

$$(19) \qquad v\frac{dp}{dt} = p\frac{dv}{dt}$$

und somit den Formeln 17) und 18) zufolge die specifische Temperaturwärme

$$(20) \qquad c = s - \frac{2v}{A}\frac{dp}{dt} = c - \frac{2p}{A}\frac{dv}{dt}.$$

Aus denselben zwei Formeln ergibt sich die Relation:

$$(21) \qquad s - s_1 = s_1 - c;$$

d. h. der Überschuß der specifischen Wärme bei constantem Drucke über diejenige bei constantem Volumen ist gleich dem Überschusse der letzteren über die wahre specifische Wärme.

Für jene Gase, wo das Verhältniß der specifischen Wärme bei constantem Drucke zu derjenigen bei constantem Volumen (etwa

---

[1]) Die Bedingung des vollkommenen Gaszustandes schließt nach der obigen Hypothese nicht nothwendig die Giltigkeit des Mariotte- und Gay-Lussac'schen Gesetzes in sich.

aus der bezüglichen Schallgeschwindigkeit) bekannt ist, lassen sich daraus ohne weiteres die relativen Beträge ihrer Temperaturwärme und ihrer Bewegungswärme erhalten. Setzt man nämlich Kürze halber das Verhältniß

$$\frac{pv}{Aw} = \mu,$$

so ist im Falle der Giltigkeit des Mariotte- und Gay-Lussac'schen Gesetzes, indem dann $\frac{pv}{Aw}$ der Formel 16) gemäß constant sein muß:

$$\frac{p}{A}\frac{dv}{dt} = \mu\frac{dw}{dt},$$

folglich, da $\frac{dw}{dt}$ die specifische Wärme bei constantem Volumen $= s_1$ ist, diejenige bei constantem Drucke

$$s = s_1 + \mu s_1 = (1+\mu)s_1$$

und man hat also:

$$\frac{pv}{Aw} = \mu = \frac{s}{s_1} - 1. \tag{22}$$

Für die atmosphärische Luft und einige andere Gase (Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff) ist sehr nahe

$$\frac{s}{s_1} = 1{,}40$$

und daher

$$\frac{pv}{Aw} = \frac{2}{5};$$

es ist also in der Luft (und in jenen anderen Gasen) die Bewegungswärme

$$\frac{pv}{A} = \frac{2w}{5}$$

und die Temperaturwärme nach (16)

$$ct = \frac{3w}{5}$$

d. h. die Temperaturwärme der Luft macht drei Fünftel und die Bewegungswärme derselben zwei Fünftel ihrer Gesammtwärme aus.

Da in vollkommenen Gasen außer der Temperaturwärme noch die Hälfte der Bewegungswärme in lebendiger Kraft des Äthers besteht, so enthält die Luft an Ätherbewegung im Ganzen die Wärmemenge

$$ct + \frac{pv}{2A} = \frac{4w}{5}$$

und an lebendiger Kraft der Atome

$$\frac{pv}{2A} = \frac{w}{5}$$

d. h. die lebendige Kraft des Äthers in der Luft macht vier Fünftel und die lebendige Kraft ihrer Atome ein Fünftel ihrer Gesammtwärme aus.

Trotz der unbestimmbaren Kleinheit, der in einem gegebenen Luftvolumen vorhandenen Äthermasse beträgt also ihre lebendige Kraft doch das Vierfache der lebendigen Kraft der im selben Volumen vorhandenen Luftatome. Man muß daraus auf eine außerordentlich heftige Bewegung des Äthers in den Gasen und, weil die Intensität der inneren Strahlung durch Verdichtung zunimmt, auf eine noch weit heftigere Bewegung desselben in festen oder flüssigen Körpern schließen.

Von der in einem vollkommenen Gase als Ätherbewegung oder Strahlenmenge enthaltenen Wärme

$$= ct + \frac{pv}{2A}$$

entspricht $\frac{pv}{2A} = \frac{\mu w}{2}$ der daraus resultirenden oder die Atome wirklich bewegenden, $ct = (1-\mu)w$ der an den Atomen sich selbst aufhebenden Kraftmenge und

$$\frac{pv}{2A} : \left(ct + \frac{pv}{2A} \right) = \mu : (2-\mu)$$

drückt das Verhältniß der resultirenden Bewegungskräfte zur Summe ihrer Componenten sowohl im Ganzen wie nach jeder beliebigen

Richtung im Gase aus. Es sei nun $\iota - \iota'$ der durchschnittliche Unterschied der Bestrahlungen je zweier entgegengesetzten Seiten eines Atoms, unter ι jedesmal die stärkere Bestrahlung verstanden, so bedeutet $(\iota - \iota') : (\iota + \iota')$ zugleich das Verhältniß der ein Atom durchschnittlich in einer bestimmten Richtung bewegenden Resultante zur Summe ihrer Componenten, und da für alle Atome das gleiche gilt, hat man demnach

$$\frac{\iota - \iota'}{\iota + \iota'} = \frac{\mu}{2 - \mu}.$$

Für die atmosphärische Luft und die anderen Gase, wo $\mu = \frac{2}{5}$ ist, folgt hieraus

$$\frac{\iota - \iota'}{\iota + \iota'} = \frac{1}{4} \text{ und } \frac{\iota'}{\iota} = \frac{3}{5};$$

d. h. der mittlere Unterschied der entgegengesetzten Bestrahlungen eines Atoms beträgt ein Viertel ihrer Summe und es verhalten sich die Bestrahlungen je zweier entgegengesetzten Seiten eines Atoms im Mittel wie 3 : 5. Die diese Ungleichheit der Bestrahlung bedingenden gegenseitigen Annäherungen der Atome müssen also sehr bedeutend sein [1]).

Zusammenhang der Volume, Äquivalentgewichte und specifischen Wärmen der Gase.

Aus der Gleichung (16) ergibt sich, wenn man darin $\frac{pv}{Aw} = \mu$ setzt:

$$\frac{pv}{t} = \frac{\mu}{1 - \mu} \cdot Ac \tag{23}$$

[1]) Nach Obigem gelten die in meiner erwähnten Schrift (S. 148 u. w.) enthaltenen Schlüsse über die Veränderlichkeit der Function μ zwischen den äußersten Grenzen des Bestandes vollkommener Gase richtiger von der Function $\frac{\mu}{2 - \mu}$, deren Gang aber ohnehin mit dem von μ und von $\frac{\mu}{1 - \mu}$ übereinstimmt, so daß die dort gezogenen, die gegenseitige Abhängigkeit von Druck, Volumen und Temperatur betreffenden Folgerungen unverändert stehen bleiben.

und geht man auf die Bedeutung von c nach der Formel

$$Ac = Bf \tag{9}$$

zurück, wo B eine Constante und f die Summe der Oberflächen der Atome der Gewichtseinheit ist, so folgt

$$\frac{pv}{t} = \frac{\mu}{1-\mu} \cdot Bf. \tag{24}$$

Beschränken wir uns auf die Vergleichung der Gase mit dem Werthe des Verhältnisses $\frac{s}{s_1} = 1{,}40$ oder $\mu = \frac{2}{5}$, so ist

$$\frac{pv}{t} = \frac{2Ac}{3} = \frac{2Bf}{3};$$

das Volumen v der Gewichtseinheit kann dann bei gleichbleibender Temperatur und Spannung nur noch mit der Flächensumme f wechseln und es sind die Volume gleicher Gasgewichte bei derselben Temperatur und Spannung den Flächensummen der darin enthaltenen Atome proportional. Wenn also die Volume gleicher Gewichte von Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff unter gleichen Umständen sich wie $1 : \frac{1}{14} : \frac{1}{16}$ verhalten, so bedeutet dies nach unserer Hypothese, daß die Summe der Atomoberflächen im Stickstoff nur $\frac{1}{14}$ und im Sauerstoff $\frac{1}{16}$ von demjenigen einer gleichen Gewichtsmenge Wasserstoff ist.

Nehmen wir von diesen Gasen solche Gewichtsmengen, welche gleich viel Atomoberflächen enthalten, so sind die entsprechenden Volume einander gleich. Andererseits sind gleiche Volume verschiedener Gase chemisch äquivalent; wir müssen daher schließen: die chemischen Äquivalentgewichte der Gase sind Gewichtsmengen mit gleich viel Atomoberfläche. Gleiche Gasvloume enthalten also nicht gleich viel Atome, sondern gleich viel wirksame Fläche, und die chemischen Äquivalentgewichte sind keine relativen Atomgewichte, sondern Atommengen von gleicher Flächenentwicklung.

Die Gleichung (24) führt noch zu einer anderen höchst merkwürdigen Folgerung. Es erscheint nämlich von vorn herein als sehr

annehmbar, daß die Atome eines und desselben Stoffes sowohl sich zu größeren Atomen mit einander verbinden als auch umgekehrt wieder in kleinere Atome zerfallen können; geschieht dieses nun in einem gasförmigen Stoffe, so muß nach dem Gesagten das Volumen desselben unter sonst gleichbleibenden Bedingungen in dem einen Falle mit der verminderten Oberflächensumme der Atome abnehmen und im anderen Falle mit der vergrößerten Oberflächensumme wachsen. Wenn die vorkommenden Zusammenlagerungen und Spaltungen nicht chaotisch und regellos stattfinden, sondern irgend ein Gesetz befolgen, wird sich dieses nothwendig in einer gewissen dadurch bedingten Gesetzmäßigkeit der entsprechenden Volumverhältnisse abspiegeln. Es ist nun gewiß die einfachste mögliche Annahme, daß die unter sich gleichen Atome eines Stoffes bei einer vorkommenden Zusammenlagerung nicht nach einer einzigen oder nach zwei Dimensionen (stangen- oder plattenförmig), sondern nach allen drei Dimensionen zugleich und zwar nach allen gleichmäßig wachsen, so daß auch schließlich wieder alle Atome unter sich gleich und nur an Größe gewachsen, an Gestalt aber unverändert geblieben sind. Gesetzt also, die Atome irgend eines Stoffes wären Würfel, so können durch Zusammenlagerung derselben nur größere Würfel entstehen, und umgekehrt werden so zusammengesetzte Atome nur in kleinere Würfel zerfallen können.

Behalten wir diese Vorstellung und es sei die Anzahl der ursprünglichen Atome in der Gewichtseinheit des gedachten Stoffes n, die Oberfläche eines Atoms ε und also die Flächensumme der Gewichtseinheit

$$f = n\varepsilon.$$

Legen wir nun eine gehörige Anzahl dieser würfelförmigen Atome unmittelbar mit ihren Oberflächen so aneinander, daß sie ein vergrößertes würfelförmiges Atom bilden; die Seite des letzteren wird dann nothwendig ein ganzes Multiplum der Seite eines elementaren Würfels sein. Auf solche Weise bilden wir aus allen vorhandenen Atomen unter sich gleiche größere Atome. Es verhalte sich die Seite eines neuen Atoms zur Seite eines elementaren wie $k : 1$ (wo k nothwendig eine ganze Zahl ist), so besteht jedes aus k^3 Elementaratomen; die Anzahl der nun vorhandenen größeren Atome ist daher $= \frac{n}{k^3}$, wovon jedes eine im Verhältniß von $k : 1$ größere

Oberfläche als ein Elementaratom, d. h. eine Oberfläche $= k^2\varepsilon$ hat. Die Gewichtseinheit enthält also jetzt die Flächensumme

$$\frac{n}{k^3} \cdot k^2\varepsilon = \frac{n\varepsilon}{k} = \frac{f}{k};$$

d. h. die Flächensumme der Atome ist durch deren Zusammenlagerung in dem jedenfalls einfachen Verhältnisse $k : 1$ kleiner geworden, und wenn der gedachte Stoff sowohl in dem früheren als im neuen Zustande gasförmig ist, wird jetzt unter sonst gleichbleibenden Bedingungen auch sein Volumen im Verhältnisse $k : 1$ kleiner, hingegen sein Äquivalentgewicht (die Gewichtsmenge mit gleich viel Atomoberfläche) im Verhältnisse von $1 : k$ größer sein als zuvor. Wenn also die Atome eines Gases in gehöriger Anzahl, nämlich je 8, 27, 64 u. s. w. zur Bildung neuer gleich regelmäßig geformter Atome zusammentreten, so zieht es sich auf $^1/_8$, $^1/_{27}$, $^1/_{64}$ u. s. w. seines früheren Volumens zusammen und steigt dagegen sein Äquivalentgewicht auf das zwei-, drei-, vierfache u. s. w.; kurz, die Dichtigkeiten und die Äquivalentgewichte, welche ein und derselbe Stoff in Gasform annehmen kann, sind ganze Multipla der kleinsten möglichen Werthe derselben und stehen als solche in einfachen Verhältnissen zu einander.

Unsere Hypothese erklärt demnach in ungezwungener Weise sowohl das (nicht auf die Gase allein beschränkte) Gesetz der multiplen Äquivalentgewichte als auch die Einfachheit der Volumverhältnisse bei den gasförmigen Körpern durch Aufstellung der zwei Sätze: 1. Die chemischen Äquivalentgewichte sind Gewichtsmengen mit gleich viel Atomoberfläche; 2. die gleichen Atome eines Stoffes können sich zusammenlagern und spalten unter Constanz ihrer Form.

Bisher ist von den Physikern vergeblich versucht worden, neben den festen Grundstoffen auch die gasförmigen unter das Dulong-Petit'sche Gesetz zu bringen. Offenbar ist es die specifische Temperaturwärme der Gase, welche in dieser Hinsicht mit der specifischen Wärme der festen Körper verglichen werden muß.

Nehmen wir z. B. den Sauerstoff, so ist nach Regnault, dessen specifische Wärme bei constantem Druck $s = 0{,}2175$, woraus mit den bekannten Daten ($A = 433$) die specifische Wärme bei

constantem Volumen $s_1 = 0{,}1562$ [1]) und nach der obigen Formel 20) oder 21) die specifische Temperaturwärme des Sauerstoffes

$$c = 0{,}0950$$

folgt. Das Äquivalentgewicht dieses Gases = 100 gesetzt, wird also das Product mit der specifischen Temperaturwärme = 9,50, während bei den festen Grundstoffen das Product aus dem Äquivalentgewichte und der specifischen Wärme im Mittel etwa = 39 ist. In ähnlichen Fällen versuchen es die Physiker mit einem Multiplum des gebräuchlichen Äquivalentgewichtes und in der That sieht man hier, daß das Vierfache des für den Sauerstoff gefundenen Productes, nämlich

$$4 \times 9{,}50 = 38{,}00$$

dem Dulong-Petit'schen Gesetze vollkommen entspricht.

Auf gleiche Weise erhält man für Wasserstoff und Stickstoff die Producte 36,52 und 36,57 und also für diese drei gasförmigen Elemente im Mittel 37,03.

Es ist demnach wahrscheinlich, daß die Äquivalentgewichte von Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff in ihrem freien Zustande das Vierfache der gewöhnlich dafür angenommenen sind, und daß also jedes dieser drei Gase in Wirklichkeit nur $^1/_4$ des Volumens einnimmt, das es einnehmen müßte, wenn sein gebräuchliches Äquivalentgewicht im richtigen Verhältnisse zu den Äquivalentgewichten der festen Grundstoffe stünde. Das gleiche Verhältniß aber, wie zwischen den gebräuchlichen Äquivalentgewichten von Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff zu ihren Volumen in freier Gasform, besteht zwischen den Äquivalentgewichten von Brom, Jod, Schwefel und Selen in ihrer festen Form zu ihren Volumen in Gasform; diese Grundstoffe, welche im festen Zustande mit ihren gebräuchlichen Äquivalentgewichten dem Dulong-Petit'schen Gesetze genügen, nehmen sonach als Gase ebenfalls nur $^1/_4$ des Raumes ein, den sie erfüllen müßten, wenn sie mit unveränderten Äquivalentgewichten aus dem festen in den Gaszustand übergingen, d. h. ihre Äquivalentgewichte werden durch Verdampfung vervierfacht. Hingegen sind

---

[1]) Bei Annahme $\frac{s}{s_1} = 1{,}40$ würde $s_1 = 0{,}1554$.

dampfes bei constantem Druck $s = 0{,}4750$ (Regnault), so ist die specifische Wärme bei constantem Volumen $s_1 = 0{,}3660$ und die specifische Temperaturwärme $= 0{,}2590$. Das Vierfache dieser Zahl ($= 1{,}036$) fällt fast zusammen mit der specifischen Wärme des Wassers. Es verhalten sich also die wirklich vergleichbaren specifischen Wärmen oder die Flächensummen der Atome von Wasser, Eis und Dampf wie $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{4}$ und demnach die entsprechenden Äquivalentgewichte wie $1 : 2 : 4$; d. h. das Eis (wie Quecksilber und Cadmium) verdoppelt und das Wasser (wie festes Brom oder Jod [1]) vervierfacht sein Äquivalentgewicht bei der Verdampfung. Wasserdampf, Eis und Wasser sind daher eigentlich anzusehen als verschiedene isomere Modificationen derselben Stoffelemente, wovon jede nur in einer einzigen Aggregatform bestehen kann.

Wir haben soeben die specifische Temperaturwärme des Wasserdampfes aus seiner beobachteten specifischen Wärme berechnet; versuchen wir es jetzt, sie aus den specifischen Temperaturwärmen der Bestandtheile abzuleiten. Die specifische Temperaturwärme des Sauerstoffes ist, wie wir fanden $= 0{,}0950$ und die des Wasserstoffes $= 1{,}4610$. Ein Gemenge beider Gase, welches, wie der Wasserdampf, in 9 Gewichtstheilen 1 Theil Wasserstoff und 8 Theile Sauerstoff enthält, hat demnach die specifische Temperaturwärme

$$\frac{1{,}4610 + 8 \times 0{,}0950}{9} = 0{,}2468,$$

deren Vierfaches $= 0{,}9872$ der specifischen Wärme des Wassers wieder sehr nahe kommt, so daß man offenbar annehmen kann, die specifische Temperaturwärme des Knallgasgemenges sei von derjenigen des Wasserdampfes gar nicht verschieden. Dieses Resultat ist sehr bemerkenswerth; es bedeutet nämlich, daß eine Zusammenlagerung von Atomen mit Verlust an strahlender Fläche, wie wir sie bei der Verwandlung fester und flüssiger Körper im Gase fanden, bei der Bildung des Wasserdampfes aus seinen Bestandtheilen nicht eintritt. Dennoch wird dabei das Gesammtvolumen der letzteren

[1]) Flüssiges Jod hat genau die doppelte specifische Wärme und also wahrscheinlich das halbe Äquivalentgewicht des festen; jenes verachtfacht dann sein Äquivalentgewicht durch Verdampfung (wie Phosphor und Arsen).

sehr bedeutend vermindert, und zwar in dem einfachen Verhältniß von 3 : 2.

Um die Fälle dieser Art zu erklären, erinnern wir uns, daß ein bloßes Zusammenrücken der Atome eines Körpers, so lange sie durch Zwischenräume von einander getrennt bleiben, die Temperaturwärme desselben nicht ändert, indem die Intensität der ihr entsprechenden inneren Strahlung im gleichen Verhältniß zunimmt, als die Summe der mit Äther erfüllten Zwischenräume kleiner wird. Denken wir uns nun einen festen Körper so dicht, daß die Ätherschichten zwischen seinen würfelförmig gedachten Atomen im Vergleich mit den Dimensionen derselben bereits sehr dünn seien; dann ist jedes Atom durch die es zunächst umgebenden Atome fast vollständig von allen übrigen abgeschlossen und die von seiner Oberfläche ausgehende Strahlung, schon an den ihm zugewendeten Seiten der letzteren aufgefangen, reicht über diese nicht merklich hinaus, d. h. die thermische Wirkungssphäre eines Atoms erstreckt sich in jeder Richtung nur bis zum nächsten Atome. Bei solcher Kleinheit der Wirkungssphäre können wir den Körper in unsichtbar kleine, aus nur mäßig vielen Atomen bestehende würfelförmige Theile zerlegen, von denen jeder zwischen seinen inneren Flächen noch die frühere Strahlung behält und welche, wenn wir ihre Außenflächen gleichmäßig auseinanderrücken, auch zwischen diesen noch überall die gleiche Strahlenmenge wie zuvor hin- und herwerfen, nur mit dem Unterschiede, daß letztere in dem Verhältniß an Intensität abnimmt, als die Räume zwischen den Außenflächen der kleinen Körperchen sich erweitern; wir haben auf diese Weise den anfänglichen Körper, ohne seine specifische Temperaturwärme zu ändern, in ein System unzähliger unter sich gleicher Atomgruppen aufgelöst, welche als kleine feste Körperchen in ihrem Innern eine gewisse Wärmemenge besitzen, aber bei der Ausdehnung des von ihnen constituirten Systems sich ganz so wie einfache Atome verhalten. Jedes dieser würfelförmigen Körperchen hätte bei der angenommenen Kleinheit seiner inneren Zwischenräume keine merklich größere Außenfläche, als wenn die es bildenden Atome sich unmittelbar berührten, und demnach ist, wenn f die Summe aller strahlenden Atomflächen bedeutet und je k^3 Atome eine gleich geformte Gruppe bilden, die Summe der gegenseitig bestrahlten Außenflächen $= \frac{f}{k}$. Stellen wir uns also vor, ein Gas bestehe aus solchen

Atomgruppen, so ist sein Volumen, proportional der Summe der Außenflächen derselben, im Verhältniß von $1 : \frac{1}{k}$ kleiner und seine specifische Temperaturwärme, proportional der ganzen strahlenden Flächensumme, die nämliche als wenn alle Atome für sich bestünden, oder wenn die Atome eines Gases in entsprechender Anzahl sich zu gleich geformten Gruppen der beschriebenen Art verbinden, nimmt sein Volumen mit der Summe der gegenseitig bestrahlten Außenflächen nach einem einfachen Verhältnisse ab, während seine specifische Temperaturwärme mit der Summe der überhaupt bestrahlten Flächen constant bleibt.

Eine solche Zusammenlagerung von Atomen ohne Verlust an strahlender Fläche zu kleinen Körperchen oder complexen Atomen müssen wir bei der Verwandlung des Knallgasgemenges in Wasserdampf annehmen. Die Condensation auf $^2/_3$ des Gesammtvolums der Bestandtheile läßt schließen, daß die Summe der Außenflächen der Atome des Wasserdampfes nur $^2/_3$ der ursprünglichen Flächensumme ausmacht, d. h. daß $^1/_3$ der letzteren dort als Summe von Innenflächen complexer Atome vorhanden ist; was nach unserer Definition der chemischen Äquivalentgewichte (als Gewichtsmengen mit gleich viel Atomoberfläche) und nach unserer Deduction des Gesetzes der multiplen Äquivalentgewichte anzeigt, daß der Wasserstoff sein ursprüngliches Volumen, um es dem Volumen des Sauerstoffs gleich und chemisch äquivalent zu machen, durch Zusammenlagerung seiner Atome auf die Hälfte verminderte, jedoch ohne Verlust an bestrahlter Fläche im Ganzen, also durch Bildung complexer Atome aus je 8 Atomen des freien Gases. Der Wasserstoff des Wasserdampfes hat dann das doppelte Äquivalentgewicht und die doppelte Dichte des freien Wasserstoffs und nach dieser Verdichtung des einen Bestandtheils nehmen beide zusammen nur noch $^2/_3$ des früheren Gesammtvolums ein, während die specifische Temperaturwärme derselben mit der Summe der überhaupt bestrahlten Flächen sich gleich blieb. Es enthalten dann 2 Volume Wasserdampf soviel bestrahlte Fläche und demgemäß soviel Temperaturwärme, als 3 Volume eines einfachen Gases (Wasserstoff, Stickstoff oder Sauerstoff), und um den entsprechenden Betrag ist die Gesammtwärme eines Volumens Wasserdampf größer als die Gesammtwärme eines gleichen Volumens der einfachen Gase.

[illegible] Arten von Zusammenlagerung [illegible] gleich geformten werden alle vor- [illegible] von Regnault beobachteten [illegible] Verbindungen ungezwungen erklärt. [illegible] der Verhältnisse, welche [illegible] Gasvolume als auch der wahren [illegible] ausspricht, aus der gewöhnlich [illegible] der ungleichen Atome (zu Gebil- [illegible] Formen) resultiren könnte, [illegible] und somit führt unsere [illegible] Constitution chemischer Verbindun- [illegible] längerer Zeit Williamson [illegible] Bd. 101, S. 347, 352) aus- [illegible] und Nippoldt aus ihren [illegible] Poggendorff's Annalen Bd. 138, [illegible] Atome der chemisch zu- [illegible] dürfen, niemals näher als [illegible] erscheint die Annahme [illegible] als überflüssig; es genügt dann [illegible] Körper allgemein vorhandene und [illegible] bedingende Anziehung, welche [illegible] durch die von den Atomen einander [illegible] ermittelt wird.

Über die Curven des Anklingens und des Abklingens der Lichtempfindungen.

Von Dr. Karl Exner.

(Mit 1 Holzschnitt.)

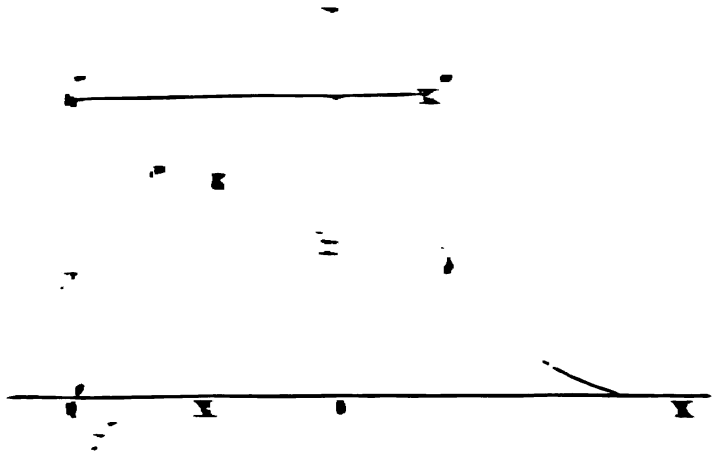
In „Bemerkungen über intermittirende Netzhautreizungen", Pflüger, Arch. f. Physiol. Bd. 3, entwickelt Herr Sigmund Exner eine geometrische Construction, welche ausgehend von einer durch eine frühere Abhandlung: „Über die zu einer Gesichtswahrnehmung nöthige Zeit", Wiener Akad. d. W. 1868, desselben gegebenen Curve des Anklingens einer Lichtempfindung, ich nenne sie *a*, auf eine gewisse Weise zu einer zweiten Curve, welche Herr Sigm. Exner für die Curve des Abklingens derselben Empfindung hält, ich nenne sie *b*, und von den beiden Curven *a* und *b* zu einer dritten Curve gelangt, ich nenne sie *c*, in welcher Herr Sigm. Exner eine gerade Linie zu erkennen glaubt, indem er sagt: „Die Punkte ... sind Punkte der gesuchten Linie. Sie liegen augenscheinlich nahezu in einer Geraden; die geringen Abweichungen von derselben sind wohl den Fehlern der Versuche zuzuschreiben, auf deren Grundlage die ansteigende Reizungscurve construirt ist. Da auch die abfallende Nachbildscurve mit Hilfe jener gezeichnet, dieselbe aber wieder zur Eruirung dieser Punkte verwendet wurde, so ist es nicht zu wundern, wenn auf diesem langen Wege und bei all den Constructionen sich kleine Fehler eingeschlichen haben".

Wenn man die Weise bedenkt, auf welche Herr Sigm. Exner aus der Curve *a* die Curven *b* und *c* construirt, so gelangt man zu der Bemerkung, daß durch die Annahme, es sei die Curve *c* eine gerade Linie, die Curven *a* und *b* mathematisch bestimmt sind.

Das Folgende enthält die Ableitung der Gleichungen der Curven *a* und *b* aus der Annahme, es sei die Curve *c* eine gerade Linie.

[illegible]

[illegible]



Wenn man die als Abscissen genommenen Zeiten durch x, die als Ordinaten genommenen empfundenen Helligkeiten durch y, die größte Ordinate der Curven a und b durch h, die Winkel der einem und demselben y entsprechenden Tangenten der Curven a, b, c mit der Abscissenaxe durch α, β, γ bezeichnet, so nimmt die Weise, auf welche Herr Sigm. Exner aus der Curve a die Curve b und aus den Curven a und b die Curve c construirt, auf die folgenden beiden Gleichungen zurück.

$$\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\alpha = h - y : y \qquad (1)$$

$$\operatorname{tg}\gamma = \operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\alpha \qquad (2)$$

aus welchen sich die beiden weiteren Gleichungen ergeben:

$$\operatorname{tg}\gamma : \operatorname{tg}\beta = h : h - y \qquad (3)$$

$$\operatorname{tg}\gamma : -\operatorname{tg}\alpha = h : y \qquad (4)$$

Wenn man überdieß in den Gleichungen (3) und (4) entsprechend der Voraussetzung, es sei die Curve c eine gerade Linie, $\operatorname{tg}\gamma$ einer Constanten A gleichgesetzt, $\operatorname{tg}\varphi$ und $\operatorname{tg}\psi$ durch die Differentialquotienten $\frac{dy}{dx}$ ersetzt und die constante Größe $\frac{A}{h}$ durch B bezeichnet, so erhält man die Differentialgleichungen der Curven a und b:

$$dy = -Bydx + Adx \tag{5}$$

$$dy = -Bydx. \tag{6}$$

Die Gleichungen (5) und (6) sprechen die folgenden Gesetze aus:

Die Curve *b* verläuft derart, daß das während eines Zeitdifferentials verlorene Differential der Helligkeit der eben vorhandenen Helligkeit proportional ist. (7)

Die Curve *a* verläuft derart, daß das während eines Zeitdifferentials gewonnene Differential der Helligkeit einem constanten Differentiale gleichkommt vermindert um jenes Differential, welches die Curve *b* bei derselben Helligkeit verliert. (8)

Man erhält durch Integration der Gleichungen (5) und (6):

$$\log\frac{h-y}{h} = -Bx \tag{9}$$

$$\log\frac{y}{h} = -Bx. \tag{10}$$

Die Gleichung (9) bezieht sich auf das System $o'x'y'$, die Gleichung (10) auf das System oxy, siehe die Figur.

Die Gleichungen (9) und (10) sind die Gleichungen der Curven *a* und *b*. (11)

Man erhält durch Differentiation der Gleichungen (5) und (6):

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -B.\frac{dy}{dx} < o \tag{12}$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -B.\frac{dy}{dx} > o. \tag{13}$$

Man erhält aus den Gleichungen (5) und (6) für $x = o$:

$$\frac{dy}{dx} = A \tag{14}$$

$$\frac{dy}{dx} = -A. \tag{15}$$

Es folgt aus diesen Gleichungen:

Die Curven a und c berühren sich in ihren Anfangspunkten (16)

und

Die Curve b beginnt mit derselben Intensität abzufallen, mit welcher die Curve a anzusteigen beginnt. (17)

Es folgt aus den Gleichungen (12) und (13):

Die Curve a ist durchaus gegen die Abscissenaxe concav (18)

und

Die Curve b ist durchaus gegen die Abscissenaxe convex. (19)

Wenn man in den Gleichungen (5) und (6) $\frac{dy}{dx} = o$ setzt, so erhält man:

$$y = h \quad (20) \qquad y = o; \quad (21)$$

das heißt

Die Curve a ist in ihrem höchsten Punkte der Abscissenaxe parallel (22)

und

Die Curve b ist in ihrem tiefsten Punkte der Abscissenaxe parallel. (23)

Wenn man in die Gleichungen (9) und (10) einsetzt: $y = h$ und $y = o$, so erhält man:

$$x = \infty \quad (24)$$

das heißt

Die Curve b ist asymptotisch zur Abscissenaxe (25)

und

Die Curve a ist asymptotisch zu einer geraden Linie, welche zur Abscissenaxe parallel und von ihr um h entfernt ist. (26)

Es folgt aus den Gleichungen (9) und (10):

Die Curve b verläuft derart, daß die Helligkeit geometrisch abnimmt während die Zeit arithmetisch wächst (27)

und

Die Curve a verläuft derart, daß die Differenz zwischen der variablen Helligkeit und ihrem

constanten Maximalwerthe geometrisch abnimmt während die Zeit arithmetisch wächst.

(28)

Wenn man die Gleichung (9) der Curve a auf das System $o''x''y''$ transformirt, siehe die Figur, so erhält man die Gleichung (10) der Curve b. Es folgt:

Die Curven a und b sind congruent. (29)

Diese Sätze, welche sämmtlich in dem Satze (11) enthalten sind, erscheinen als eine Consequenz der Annahme, es sei die Curve c eine gerade Linie; sie sind unabhängig davon, ob die Curven a und b das Anklingen und Abklingen einer Lichtempfindung vorstellen oder nicht; wäre z. B. zwar die Curve a diejenige des Anklingens, aber die Curve b nicht die des Abklingens, so müßte dennoch die Gleichung (9) der Curve des Anklingens angehören.

Wenn also aus irgend einer Curve, a, auf die Weise des Herrn Sigm. Exner zwei Curven, b und c, construirt werden, und die Curve c eine gerade Linie ist, so unterliegen die Curven a und b den oben ausgesprochenen Gesetzen.

XVII. SITZUNG VOM 23. JUNI 1870.

Herr W. Tempel in Marseille dankt mit Schreiben vom 18. Juni l. J. für den ihm übersendeten Preis, bestehend in 20 k. k. Münzdukaten und einer gleichwerthigen goldenen Medaille, für die Entdeckung der neuen teleskopischen Kometen 1869 II und 1869 III.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Kritische Durchsicht der Ordnung der Flatterthiere oder Handflügler *(Chiroptera)*. Familie der Fledermäuse *(Vespertiliones)*." III. Abtheilung, vom Herrn Dr. L. J. Fitzinger in Pest.

„Über die Bahn des Hind'schen Kometen vom Jahre 1847 (1847 I.)," von dem c. M. Herrn Director Dr. K. Hornstein in Prag.

„Zur Statistik der Krystall-Symmetrie," vom Herrn Prof. G. Hinrichs in Iowa, eingesendet durch Herrn Hofrath W. Ritt. v. Haidinger.

„Über ähnliche Kegelschnitte," vom Herrn Ed. Weyr in Prag.

„Zwei Theorien für die Bewegung freier, ruhender Massen, erläutert an dem Bahnzuge," vom Herrn Dr. Recht in München.

Herr Director Dr. K. Jelinek überreicht eine Abhandlung: „Über den jährlichen Gang der Temparatur zu Klagenfurt, Triest und Árvaváralja".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. Tome XVI; Part 2. St. Pétersbourg, 1870: 8° (Russisch).

Academy, The Royal Irish: Transactions. Vol. XXIV. Science: Parts IX—XV; Antiquities: Part VIII; Polite Literature: Part IV. Dublin, 1867—1870; 4°.

Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna: Memorie. Serie II. Tomo IX, fasc. 3. Bologna, 1870; 4°.

Akademie der Wissenschaften und Künste, südslavische: Arbeiten. Band XI. Agram, 1870; 8°.

Anales del Museo público de Buenos Aires. Entrega VI^a. Buenos Aires, Paris & Halle a. S., 1869; 4°.

Annalen der Chemie von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXVIII, Heft 2. Leipzig & Heidelberg, 1870; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr. Zeitschrift. 8. Jahrgang, Nr. 12. Wien, 1870; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1806. (Bd. 76. 6.) Altona, 1870; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques & naturelles. N. P. Tome XXXVIIIe, Nr. 149. Genève, Lausanne, Paris, 1870; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXX, Nr. 23. Paris, 1870; 4°.

Cosmos. XIXe Année. 3e Série. Tome VI, 25e Livraison. Paris, 1870; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. V. Band, Nr. 12. Wien, 1870; 8°.

— Naturhistorische, zu Hannover: XVIII. & XIX. Jahresbericht. 1867—1869. Hannover, 1869; 4°.

— physikalisch-ökonomische, zu Königsberg: Schriften. X. Jahrgang (1869), I. & II. Abthlg. Königsberg; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXXI. Jahrg., Nr. 24. Wien, 1870; 8°.

Instituut, Koninkl., voar de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. IV. Deel, 4^e Stuk. 'S Gravenhage, 1870; 8°. — Bloemlezing uit Malaische Geschriften. I. Stuk. Door G. K. Niemann. 'S Gravenhage, 1870; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed arti: Atti. Tome. XV°, Serie III^a, disp. 6^a. Venezia, 1869—70; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXIII, Heft 4. Speyer, 1870; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc. Herausgegeben von A. Strecker. Für 1868, II. Heft. Gießen, 1870; 8°.

Magazijn voor Landbouw en Kruidkunde. III, reeks. I. decl. 1—4. aflev. Utrecht, 1869—1870; 8°.

Moniteur scientifique. Tome XIIe. Année 1870. 324e Livraison. Paris, 1870; 4°.

Nature. Nr. 33, Vol. II. London, 1870; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1870, Nr. 8. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Monatsschrift für Forstwesen. XX. Band. Jahrgang 1870. Februar- und März-Heft. Wien; 8°.

Revue des cours scientifiques et littéraires de la France et de l'étranger. VIIe Année, Nr. 29. Paris & Bruxelles, 1870; 4°.

Société des Ingénieurs civils: Séance du 3 Juin 1870. Paris; 8°.

Verein, naturhistor.-medizin., zu Heidelberg: Verhandlungen. Band V, III. 8°.

— Offenbacher, für Naturkunde: X. Bericht. Offenbach a. M., 1869; 8°.

— der Freunde der Naturgeschichte in Meklenburg: Archiv. 23. Jahr. Güstrow, 1870; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 32. Wien, 1870; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig und Hübner. XIII. Jahrgang. N. F. VI. Band, 10. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

Über den jährlichen Gang der Temperatur zu Klagenfurt, Triest und Árvaváralja.

Von dem w. M. Dr. C. Jelinek.

(Mit einer lithographischen Tafel).

Unter den atmosphärischen Verhältnissen, welche das Klima eines Ortes oder Landes bestimmen, nehmen jene der Lufttemperatur unstreitig den ersten Platz ein. Nicht nur daß die Änderungen der Temperatur sich dem Menschen am unmittelbarsten fühlbar machen, so bestimmen sie auch größtentheils das Verhalten der übrigen meteorologischen Elemente und geben den Schlüssel ab, in das vielfach verschlungene Gewebe der atmosphärischen Processe näher einzudringen.

Unter den verschiedenen Gesichtspunkten aber, aus welchen sich die Verhältnisse der Lufttemperatur eines Ortes bearbeiten lassen, ist wieder einer der am meisten hervortretenden jener, von dem aus man das Gesetz der Zu- und Abnahme der Temperatur in der jährlichen Periode zu bestimmen trachtet, und seit langer Zeit sind die Bemühungen der Meteorologen dahin gerichtet gewesen, den normalen Temperaturgang in der jährlichen Periode mit möglichster Schärfe festzustellen. Will man auch ähnlichen Arbeiten keine höhere Bedeutung beimessen, als der Ausmittlung gewisser für weitere Untersuchungen unumgänglicher Constanten zukommt, so liegt doch schon in dem letzteren Umstande der Nachweis der Berechtigung und der Verdienstlichkeit einer solchen Bestimmung und in der That sehen wir, daß die hervorragendsten Meteorologen der Lösung der vorliegenden Aufgabe einen beträchtlichen Theil ihrer Zeit und Mühe gewidmet haben.

Zur Ermittlung des Gesetzes der jährlichen Temperatur-Änderung hat man bisher in der praktischen Meteorologie dreierlei Wege eingeschlagen. Der erste und einfachste besteht darin, daß man von

den Monatmitteln ausgeht und dieselben als die Temperatur der mittleren Monatstage gelten läßt; in der Regel sucht man bei diesem Verfahren noch die Constanten der bekannten periodischen (sogenannten Bessel'schen) Function. Zahlreiche Beispiele solcher Bestimmungen finden sich in den Lehrbüchern von Kämtz und E. E. Schmid.

Eine zweite Methode legt die fünftägigen Temperaturmittel zu Grunde und läßt die mittlere Temperatur jeder Pentade als die Temperatur der mittleren Tage der betreffenden Pentade gelten. Auf diese Art hat Dove für eine große Anzahl von Orten auf der gesammten Erdoberfläche den normalen jährlichen Temperaturgang bestimmt und ich habe für die Stationen des österreichisch-ungarischen Beobachtungs-Gebietes dieselbe Untersuchung ausgeführt [1]). Einzelne Meteorologen [2]) haben in diesem Falle die Constanten der sogenannten Bessel'schen Formel aufgesucht, doch sind diese Arbeiten mehr vereinzelt geblieben, wahrscheinlich weil die Zahl von 73 Gliedern der Periode sich bei Ausführung der Rechnungen als ziemlich unbequem erwies.

Eine dritte Methode besteht darin, die normalen Werthe, welche jedem einzelnen Tage im Jahre entsprechen, aus einer längeren Reihe von Jahren direct zu berechnen. Im VI. Hefte der „preußischen Statistik" S. 6—17 findet sich eine Zusammenstellung von Dove für 34 Orte auf der Erdoberfläche, deren jährlicher Temperaturgang auf diese Weise abgeleitet worden ist. Die Zahl der benutzten Jahre schwankt zwischen den Grenzen 12 (bei Wladimir und 110 (bei Berlin).

Seit der Zeit, zu welcher Dove diese Tafeln veröffentlichte, sind an verschiedenen Orten ähnliche Arbeiten ausgeführt, allein bisher noch nicht zusammengestellt worden. Es dürfte manchem Meteorologen nicht unangenehm sein, hier einen Nachweis solcher Untersuchungen zu finden, da dieselben, in den verschiedensten Zeitschriften zerstreut,

---

[1]) Normale fünftägige Wärmemittel für 80 Stationen, bezogen auf den Zeitraum 1848 bis 1863. Sitzungsberichte d. k. A. LVI. Bd.
Normale fünftägige Wärmemittel für 88 Stationen, bezogen auf den Zeitraum 1848 bis 1867. Sitzungsberichte d. k. A. LIX. Bd.

[2]) Plantamour, Anomalies de la température à Genève. E. Quetelet, Sur la température de l'air á Bruxelles. F. Karlinski, über die mittlere Temperatur zu Krakau (im Jahrbuche der k. k. Centralanstalt III. Band S. 191 u. f. f.)

leicht übersehen werden. Folgende sind die mir bekannt gewordenen neueren Bestimmungen des jährlichen Temperaturganges:

1. Für Wien aus 90jährigen, an der k. k. Sternwarte in den Jahren 1775—1864 angestellten Beobachtungen, in den Sitzungsberichten der k. Akademie d. W. LIV. Band (Jahrgang 1866).
2. Für Kopenhagen aus einer Reihe von 80 Jahren, ausgeführt von Professor Holten in der Oversigt over det Kgl. danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger, 1864, S. 15—42.
3. Für Carlsruhe aus einer Reihe von 79 [1]) Jahren, ausgeführt von Hr. Forstrath Glaubrecht in Carlsruhe [2]).
4. Für Turin aus einer Reihe von 62 Jahren (1803—1864), abgeleitet von Herrn Ernest Sergent in den Effemeridi di Milano per l'anno 1868 (S. 72 u. f. f.). Die Beobachtungen beziehen sich jedoch blos auf die Mittagsstunde; Herr Sergent hat indessen für eine kürzere 14jährige Periode (1851—1864) auch die den Stunden 9 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags entsprechenden Mitteltemperaturen in derselben Abhandlung mitgetheilt.
5. Für Leipzig aus einer Reihe von 45 Jahren, abgeleitet von Dr. Carl Bruhns im Bulletin hebdomadaire de l'association scientifique de France, Tome VI p. 30.
6. Für Petersburg aus einer Reihe von 55 Jahren (1783—1786, 1788—1792 und 1822—1867), nach den hinterlassenen Manuscripten von Kämtz zusammengestellt von J. Pernet im Repertorium für Meteorologie (neue Folge) I. Band. Schon vor einigen Jahren hatte Kämtz in dem Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg (X. Band S. 220) die normalen Tagesmittel der Temperatur, aus einer Reihe von 51 Jahren abgeleitet, mitgetheilt.
7. Für Greenwich aus einer Reihe von 50 Jahren (1814—1863), abgeleitet von James Glaisher in den Proceedings of the British Meteorological Society Vol. II. p. 342.

---

[1]) Die Beobachtungen fallen in die Jahre 1779 — 1868, doch sind in den älteren Beobachtungen mehrfache Lücken, so daß die Zahl der Beobachtungsjahre zwischen 78 und 81 schwankt.

[2]) Eine Quelle kann ich nicht angeben; mir kam ein Bogen in 4to ohne Angabe des Herausgebers oder Verlagsortes zu.

8. Für Basel aus 40jährigen Beobachtungen (1827—1866), abgeleitet in den „schweizerischen meteorologischen Beobachtungen", IV. Jahrgang (1867) S. 549.
9. Für Krakau aus 40jährigen Beobachtungen (1826—1865), abgeleitet von Dr. F. Karlinski im Jahrbuche der k. k. Centralanstalt für Meteorologie III. Band S. 197 u. f. f.
10. Für Rom aus 40jährigen zur Mittagsstunde angestellten Beobachtungen (1828—1867), abgeleitet von Mancini im Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del Collegio Romano Vol. VII p. 57.
11. Für Stettin aus einer Reihe von 33 Jahren (1836—1868), abgeleitet von Dr. G. v. Boguslawski in den Verhandlungen der polytechnischen Gesellschaft zu Stettin 1868—1869.
12. Für Brüssel aus 30jährigen Beobachtungen (1833—1862), von Ern. Quetelet in der Abhandlung „Sur la temperature de l'air à Bruxelles" (1867).
13. Für Nijnè-Taguilsk, abgeleitet aus 26jährigen Beobachtungen (1840—1865) von den Herren Léon Weyer und Nicolas Alexieff in dem Annuaire de la Société météorologique de France, Tome XV, Tableaux météorologiques p. 109.
14. Für Klagenfurt, abgeleitet aus 25jährigen von Herrn Director J. Prettner angestellten Beobachtungen (1844—1868) in der vorliegenden Abhandlung.
15. Für Mailand, abgeleitet aus 25jährigen Beobachtungen (1835 bis 1859) von Giovanni Capelli in den Effemeridi di Milano Anno 1868 p. 90 u. f. f.
16. Für Arbroath in Schottland, abgeleitet aus 22jährigen Beobachtungen (1845—1866) von Alexander Brown in dem Journal of the Scottish Meteorological Society Vol. II p. 144.
17. Für Árvaváralja im nordwestlichen Ungarn nach 20jährigen von Herrn Dr. C. Wesselovsky angestellten Beobachtungen (1. Dec. 1849 bis 30. Nov. 1869), abgeleitet von demselben und mitgetheilt in gegenwärtiger Abhandlung.
18. Für Triest nach 20jährigen von Herrn Professor Dr. V. Gallo an der k. k. Handels- und nautischen Akademie angestellten Beobachtungen (1848—1867), berechnet an der k. k. Centralanstalt und mitgetheilt in der vorliegenden Abhandlung.

19. Für Versailles, abgeleitet aus 20jährigen (1847—1866) Beobachtungen im Annuaire de la Société météorologique de France, Tome XVI, Tableaux météorologiques p. 12.
20. Für Zürich nach 17jährigen Beobachtungen (1836—1852), abgeleitet in den „schweizerischen meteorologischen Beobachtungen" II. Jahrgang S. 98.
21. Für den Ütliberg bei Zürich nach 17jährigen Beobachtungen (1846—1862), abgeleitet von Weilemann und mitgetheilt in den „schweizerischen meteorologischen Beobachtungen" I. Jahrgang S. 262.
22. Für Newport auf der Insel Wight, abgeleitet aus 16jährigen Beobachtungen (1841—1856) von J. Ch. Bloxam in einer selbstständig erschienenen Abhandlung „On the Meteorology of Newport" 2de edition 1860.
23. Für Milne-Graden in Schottland nach 10jährigen Beobachtungen (1857—1866) in dem Journal of the Scottish Meteorological Society Vol. II p. 12.

Unter den im vorstehenden Verzeichnisse angeführten Stationen befinden sich fünf (Wien, Krakau, Klagenfurt, Triest und Árvaváralja) innerhalb des österreichisch-ungarischen Beobachtungs-Gebietes. Der jährliche Temperaturgang für die drei zuletzt genannten Stationen bildet nun den eigentlichen Gegenstand dieser Mittheilung.

Für Klagenfurt ist der jährliche Temperaturgang aus den von Herrn Director J. Prettner seit dem Jahre 1844 angestellten Beobachtungen abgeleitet worden. Es wäre nicht schwierig gewesen, statt der 25 Jahre, welche der gegenwärtigen Arbeit zu Grunde liegen, einen längeren Zeitraum der Rechnung zu unterziehen, indem von den 33jährigen Beobachtungen M. Achazel's (1813—1845) die Original-Aufzeichnungen der Jahre 1830—1845 vorhanden sind[1]). Da aber zwischen der Aufstellungsweise des Thermometers bei Achazel und jener bei Prettner ein beträchtlicher Unterschied stattgefunden zu haben scheint und nur jene der zweiten Reihe den gegenwärtigen Anforderungen entsprechen dürfte, so zog man es vor, bei dieser 25jährigen Reihe stehen zu bleiben. Die Tagesmittel wurden nach der

[1]) S. Klima und Witterung von Klagenfurt von J. Prettner, Klagenfurt 1865. (Aus dem Jahrbuche des nat. hist. Museums VII.)

Formel $\frac{19^h+2^h+2.9^h}{4}$, welche nahezu wahre Mittel gibt, bereits von Herrn Director J. Prettner abgeleitet.

Für Triest wurden die an der k. k. Handels- und nautischen Akademie in den Jahren 1848—1867 angestellten Beobachtungen verwendet. Die Tagesmittel sind aus 3 Beobachtungen zu den Stunden 19^h, 2^h und 10^h abgeleitet. Nach dem täglichen Temperaturgange, wie er in der Abhandlung „über die täglichen Änderungen der Temperatur u. s. f." (Denkschriften XXII. Bd. S. 127) für Triest bestimmt wurde, wären die in den einzelnen Monaten an die Tagesmittel aus den Stunden 19^h, 2^h und 10^h anzubringenden Correctionen folgende:

Jänner	—0°05	April	—0°01	Juli	—0°20	October	—0°07
Februar	—0·03	Mai	—0·15	August	—0·10	November	—0·06
März	—0·03	Juni	—0·20	September	—0·12	December	—0·07

Für Arvaváralja wurden mir die aus der Stunden-Combination 18^h, 2^h, 10^h abgeleiteten Mittel von dem Beobachter Herrn Med. Dr. Carl Wesselovsky freundlichst mitgetheilt. Nach dem täglichen Temperaturgange zu Krakau, wie derselbe in der eben citirten Abhandlung bestimmt worden ist, wären folgende Correctionen an die Tagesmittel aus den Stunden 18, 2, 10 anzubringen, um sie auf wahre (24stündige) Mittel zurückzuführen:

Jänner	—0°07	April	+0°34	Juli	+0°24	October	+0°06
Februar	—0·07	Mai	+0·25	August	+0·24	November	—0·07
März	+0·01	Juni	+0·26	September	+0·17	December	—0·01

In den folgenden Tabellen erscheint jede Station zweimal; es sind nämlich einmal die einfachen Mittel mitgetheilt, wie sie unmittelbar im Durchschnitte der Jahre hervorgehen, an zweiter Stelle dagegen sind Werthe der Temperatur gegeben, welche eine doppelte Ausgleichung erfahren haben und welche, da bei ihnen die aus der Kürze der Beobachtungs-Periode folgenden Unregelmässigkeiten mehr beseitigt erscheinen, sich den normalen Werthen mehr nähern dürften, als die ersten unmittelbar aus den Beobachtungen abgeleiteten Werthe. Diese zweiten ausgeglichenen Werthe sind es auch, welche der graphischen Darstellung der beigegebenen Tafel zu Grunde liegen.

Die Ausgleichung erfolgte in der Weise, daß zunächst 5 auf einander folgende Tagesmittel

$$M_{n-2} \quad M_{n-1} \quad M_n \quad M_{n+1} \quad M_{n+2}$$

in ein Mittel M_n' zusammengezogen und auf diese neuen Mittel $M_{n-2}' \ldots M_{n+2}'$ dasselbe Verfahren nochmals angewendet wurde.

Das Verfahren ist also dem Principe nach dasselbe, dessen ich mich in der Abhandlung „Über die mittlere Temperatur zu Wien u. s. f." bedient hatte; der Unterschied liegt bloß darin, daß damals zehn auf einander folgende Tagesmittel in ein neues Mittel zusammengezogen wurden (nach der sogenannten Bloxam'schen Methode), diesmal jedoch bloß fünf. Nach der Bloxam'schen Methode werden die Einbiegungen der Curve zu sehr verwischt, bei der Anwendung des gegenwärtigen Verfahrens bleiben — insbesondere bei kürzeren Beobachtungsreihen — noch merkliche Undulationen im Verlaufe der Curve zurück. Für Wien sind die normalen Tagesmittel nach der angeführten Weise neu berechnet worden, sie weichen daher auch etwas von den Bloxam'schen Mitteln in der citirten Abhandlung ab. Für Krakau sind dagegen die von Herrn Director Karlinski berechneten Bloxam'schen Mittel unverändert beibehalten worden und es erklärt dies auch, warum die Curve von Krakau mit größerer Regelmäßigkeit verlauft, als die Curven für die andern Stationen. Daß der jährliche Temperaturgang zu Wien und Krakau in die folgenden Tafeln aufgenommen wurde, erklärt sich aus dem Wunsche, alle Stationen in Österreich und Ungarn, für welche die gleiche Untersuchung durchgeführt wurde, in einer Zusammenstellung zu vereinigen. Ursprünglich bestand die Absicht, auch Prag mit aufzunehmen und es waren die Vorarbeiten bereits bis zum Jahre 1868 (incl.) durchgeführt, um statt der von Herrn C. Fritsch berechneten 40jährigen neue 70jährige Temperaturmittel (1800—1869) mittheilen zu können. Die Fortsetzung der Arbeit unterblieb jedoch, da Herr Director C. Hornstein eine ähnliche Untersuchung auszuführen beabsichtigt. An die Stelle von Prag wurde nun Carlsruhe aufgenommen, einerseits weil die geographische Breite von Carlsruhe sich von jener der andern hier bearbeiteten Stationen nicht allzuweit entfernt, ferner weil die Temperaturmittel von Carlsruhe erst auf diese Art einem größeren Kreise von Meteorologen zugänglich werden dürften. Die Ausgleichungsrechnung ist übrigens auch für Carlsruhe an der k. k. Centralanstalt durchgeführt worden.

Die genannten sechs Stationen, deren jährlicher Temperaturgang hier mitgetheilt wird, repräsentiren so ziemlich von einander verschiedene klimatische Gebiete, wie dies unmittelbar aus den Temperaturmitteln des kältesten und wärmsten Tages im Jahre sich ergibt:

	Carlsruhe	Wien	Klagenfurt	Triest	Krakau	Árvaváralja
Kältester Tag [1]	9. Jän.	7. Jän.	2. Jän.	3. Jän.	9. Jän.	14. Jän.
	—0·58	—2·06	—5·48	3·10	—4·17	—4·90
Wärmster Tag	2. Aug.	3. Aug.	23. Juli	21. Juli	24. Juli	24. Juli
	16·31	16·99	15·83	20·20	15·34	13·71
Amplitude	16·89	19·05	21·31	17·10	19·51	18·61

Der mildere Charakter des Klima's von Carlsruhe, woselbst die Winterkälte um $1\frac{1}{2}$, die Sommerhitze um etwa $\frac{3}{4}$ Grade geringer ist als in Wien, tritt deutlich hervor. Die jährliche Temperaturschwankung zu Carlsruhe ist bloß 89 Percent jener von Wien. Am meisten tritt der Charakter des Continentalklima's bei Klagenfurt hervor, dessen Winterkälte um nahe $3\frac{1}{2}$ Grade größer ist als jene zu Wien, während die Temperatur des heißesten Tages bloß um 1 Grad hinter jener von Wien zurückbleibt. Wenn man die graphische Darstellung betrachtet, so fällt die Übereinstimmung des Temperaturganges zu Klagenfurt und Krakau, zwei räumlich weit geschiedenen und wesentlich verschieden gelegenen Orten auf den ersten Blick auf; vom 10. Februar bis zum 1. December sind beide Curven nahezu identisch [2]). Bloß in den beiden Wintermonaten December und Jänner sinkt die Temperatur zu Klagenfurt bis $1\frac{1}{3}$ Grad unter jene von Krakau. Die im rauhen Gebirgslande des Árvaer Comitates gelegene Station Árvaváralja hat im Winter nahezu denselben Temperaturgang mit Krakau, die Sommerwärme bleibt dagegen erheblich (bis zu $1\frac{2}{3}$ Graden) hinter jener von Krakau zurück.

---

[1]) Die beigesetzten Temperaturen (Réaumur) sind den ausgeglichenen Werthen entnommen.

[2]) Der Unterschied besteht bloß darin, daß bei Krakau die zahlreichen Einbiegungen der Curve für Klagenfurt verwischt sind, wegen der früher erwähnten Anwendung der Bloxam'schen Methode.

In den Curven der lithographirten Tafel zeigen sich — mit Ausnahme von Wien, für welches eine 90jährige Beobachtungsreihe vorlag, und von Krakau, für welches das angewendete Rechnungsverfahren eine stärkere Ausgleichung bewirkte — noch beträchtliche Einbiegungen, welche auf Temperatur-Anomalien schließen lassen. Die unmittelbar aus den beobachteten Werthen abgeleiteten Zahlen sind wohl nicht gut zu verwerthen, da selbst im Durchschnitte von 20—25 Jahren noch Sprünge von mehr als 1 Grade (bei Árvaváralja beispielsweise vom 10. zum 13. Jänner um mehr als $2^1/_2$ Grade) auftreten. Es ist eben die Unsicherheit eines aus 20 Tagesmitteln abgeleiteten Normalmittels noch eine sehr beträchtliche, wie ich dies in der Abhandlung „Über die mittlere Temperatur zu Wien u. s. w." bereits angeführt habe. Die mittleren Fehler, mit welchen die einzelnen aus 90 Jahren abgeleiteten Normalmittel behaftet waren ergaben sich:

Jänner	0°44	April	0°39	Juli	0°30	October	0°26
Februar	0·38	Mai	0·34	August	0·26	November	0·26
März	0·33	Juni	0·29	September	0·26	December	0·40

Bei Normalmitteln, welche aus 20 Tagesmitteln abgeleitet sind, wie bei Triest und Árvaváralja, wird man nicht viel fehlgehen, wenn man die mittleren Fehler in dem Verhältnisse $\sqrt{20} : \sqrt{90} = 1 : 2{\cdot}121$ vergrössert. Die dergestalt für eine 20jährige Reihe geltenden mittleren Fehler wären also:

Jänner	0°93	April	0°83	Juli	0°64	October	0°55
Februar	0·81	Mai	0·72	August	0·55	November	0·55
März	0·70	Juni	0·61	September	0·55	December	0·85

Hiernach wird man zu beurtheilen haben, welche der Temperatursprünge oder Einbiegungen der gezeichneten Curven auf eine in constanter Weise um die betreffende Jahreszeit auftretende Ursache hindeuten und welche dagegen von zufälligen Unregelmäßigkeiten herbeigeführt sein dürften.

Indem ich die Aufzählung der einzelnen Abweichungen vom regelmäßigen Temperaturgange für die verschiedenen hier behandelten Stationen als zu ermüdend unterlasse, will ich nur auf einige beträchtlichere dieser Anomalien, die sich an der Mehrzahl der Stationen geltend machen, hinweisen.

1. Temperatur-Rückgang in der Mitte des Februar. Die hier behandelten Stationen geben folgende unmittelbare Beobachtungs-Resultate:

Carlsruhe	9.	Februar	2°29,	15.	Februar	1°61,	Rückgang 0°68.
Wien	6.	„	0·40,	13.	„	—0·22,	„ 0·62.
Klagenfurt	12.	„	—1·95,	15.	„	—3·39,	„ 1·44.
Triest	7.	„	4·63,	15.	„	3·96,	„ 0·67.
Krakau	1.	„	—2·06,	11.	„	—3·46,	„ 1·40.
Árvaváralja	7.	„	—1·80,	19.	„	—4·23,	„ 2·43.

2. Temperatur-Rückgang in der Mitte März:

Klagenfurt	8.	März	1°02,	12.	März	0°04,	Rückgang 0°98.
Triest	10.	„	6·56,	13.	„	5·91,	„ 0·65.
Krakau	8.	„	1·20,	11.	„	0·29,	„ 0·91.
Árvaváralja	9.	„	0·23,	12.	„	—1·47,	„ 1·70.

3. Die Periode der „Eismänner“ macht sich nicht besonders fühlbar:

Carlsruhe	12.	Mai	12°00,	14.	Mai	11°52,	Rückgang 0°48
Wien	9.	„	12·23,	11.	„	11·80,	„ 0·43
Klagenfurt	11.	„	11·34,	15.	„	10·70,	„ 0·64.
Krakau	12.	„	11·07,	13.	„	10·77,	„ 0·30.
Árvaváralja	12.	„	9·42,	17.	„	8·79,	„ 0·63.

Anomalien der Temperatur von dieser Größe kommen zu allen Jahreszeiten vor und lassen sich durch die Unsicherheit der Normalmittel ungezwungen erklären.

4. Entschiedener scheint der Rückgang der Temperatur zu sein, der in der zweiten Hälfte des Juni auftritt:

Carlsruhe	13.	Juni	14°95,	18.	Juni	14°40,	Rückgang 0°55.
Wien	13.	„	15·71,	19.	„	14·69,	„ 1·02.
Klagenfurt	13.	„	14·34,	18.	„	13·68,	„ 0·66.
Triest	14.	„	18·48,	19.	„	17·28,	„ 1·20.
Krakau	16.	„	14·46,	18.	„	14·13,	„ 0·33.
Árvaváralja	15.	„	12·04[1]),	18.	„	11·22,	„ 0·82.

[1]) Das Tagesmittel der Temperatur erreicht bereits am 8. Juni den Werth 12·40.

Mit Ausnahme von Krakau, wo der Rückgang unbeträchtlich ist, macht er sich an allen Stationen fühlbar. Bemerkenswerth ist auch die große Übereinstimmung, welche die Wendepunkte der Temperatur aufweisen.

5. Temperaturerhöhung zu Ende November:

Carlsruhe	27.	November	2°98,	29.	November	3°34,	Steigen	0°36.
Klagenfurt	21.	„	—1·20,	55.	„	0·80,	„	2·00.
Triest	21.	„	5·64,	25.	„	8·40,	„	1·76.
Krakau	22.	„	—0·02,	24.	„	0·79,	„	0·81.
Árvaváralja	22.	„	—2·53,	26.	„	0·22,	„	2·75.

In Wien zeigt sich im 90jährigen Mittel keine solche Erhöhung der Temperatur.

Wie bereits früher erwähnt worden ist, repräsentiren die hier betrachteten Stationen sechs ziemlich von einander verschiedene klimatische Gebiete. Es dürfte nicht ohne Interesse sein, die Zeiten mit einander zu vergleichen, zu welchen eine und dieselbe Temperatur an den einzelnen Stationen erreicht wird. Bei dieser Vergleichung werden wohl besser die Werthe der Temperatur verwendet, welche nach Anwendung der Ausgleichsrechnung erhalten wurden. Selbst unter dieser Voraussetzung bleibt noch einige Unsicherheit zurück. Wegen der Einbiegungen, welche die Temperaturcurve noch aufweist, geschieht es, daß eine und dieselbe Temperatur (oder was dasselbe ist, in der Zeichnung ein bestimmter Werth der Ordinate) zu verschiedenen Epochen (für verschiedene Abscissen) erreicht wird und zwar kann es geschehen, wenn man bloß den aufsteigenden oder bloß den absteigenden Theil der Jahrescurve ins Auge faßt, daß die zur Abscissen-Axe parallele Gerade die Curve nicht in einem, sondern in 3, 5... im Allgemeinen in einer ungeraden Anzahl von Punkten schneidet.

In der nachfolgenden Zusammenstellung sind nun die Lagen des ersten und des letzten dieser Punkte, d. h. die Zeiten enthalten, zu welchen eine bestimmte Temperatur zuerst und zuletzt erreicht wurde. Man wird ohne großen Fehler annehmen können, daß die Epoche, welche der gegebenen Temperatur entspricht, mit der Mitte des betreffenden Zeitraumes zusammenfalle.

Für jede bestimmte Temperatur sind zwei Epochen angeführt, von welchen die eine sich auf den aufsteigenden, die andere auf den absteigenden Theil der Temperatur-Curve bezieht.

Temp. R.	Árvaváralja.	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
—5	—	7.—19. Jänner 30. Dec.	—	—	—	—
—4	24. Jänner 21—30. December	20.—30. Jänner 20. Dec.	14. Jänn. 5. Jänner	—	—	—
—3	2—26. Februar 10. Dec.	7. Febr. 15. Dec.	24. Jänner 28. Dec.	—	—	—
—2	2. März 2. Dec.	21. Febr. 8. Dec.	17. Febr. 18. Dec.	9. Jänner 6. Jänner	—	—
—1	6.—16. März 30 Nov.	26. Febr. 3. Dec.	23. Febr. 6. Dec.	21. Jänner 30. Dec.	—	—
0	21. März 16. Nov.	3. März 19.—29. November	2. März 26. Nov.	4. Februar 15. Dec.	16. Jänner 3. Jänner	—
+1	27. März 11. Nov.	16. März 15. Nov.	15. März 17. Nov.	22. Febr. 9. Dec.	26. Febr. 22. Dec.	—
+2	31. März 8. Nov.	22. März 10. Nov.	23. März 12. Nov.	1. März 28. Nov.	8.—19. Februar 10. Dec.	—
+3	4. April 4. Nov.	26. März 5. Nov.	28. März 7. Nov.	13. März 19. Nov.	25. Febr. 2. Dec.	—
+4	18. April 27. Oct.	31. März 1. Nov.	1. April 2. Nov.	21. März 10. Nov.	14. März 17. Nov.	1. Februar 20. Dec.
+5	23. April 24. Oct.	3. April 28. Oct.	6. April 28. Oct.	28. März 4. Nov.	22. März 8. Nov.	25. Febr. 9. Dec.

Temp. R	Árvavárálja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
+6	29. April 20. Oct.	6. April 25. Oct.	13. April 24. Oct.	2. April 30. Oct.	29. März 1. Nov.	6. März 1. Dec.
+7	7. Mai 7. Oct.	18. April 21. Oct.	20. April 17. Oct.	8. April 24. Oct.	3. April 26. Oct.	22. März 18. Nov.
+8	9. Mai 4. Oct.	23. April 10. Oct.	27. April 11. Oct.	14. April 17. Oct.	12. April 19. Oct.	29. März 9. Nov.
+9	12. Mai 12. Sept.	5. Mai 5. Oct.	3. Mai 6. Oct.	22. April 12. Oct.	20. April 12. Oct.	3. April 5. Nov.
+10	24. Mai 7. Sept.	8. Mai 27. Sept.	8. Mai 27. Sept.	28. April 7. Oct.	29. April 7. Oct.	5. April 1. Nov.
+11	28. Mai 3. Sept.	11. Mai 20. Sept.	15. Mai 15. Sept.	3. Mai 30. Sept.	3. Mai 29. Sept.	18. April 28. Oct.
+12	22. Juni bis 9. Juli 24. Aug.	23. Mai 8. Sept.	22. Mai 9. Sept.	10. Mai 20. Sept.	16. Mai 21. Sept.	27. April 24. Oct.
+13	16. Juli 6. August	28. Mai 1. Sept.	1. Juni 1. Sept.	20. Mai 12. Sept.	23. Mai 12. Sept.	7. Mai 10. Oct.
+14	—	19 Juni 18. August	10. Juni 23. Aug.	31. Mai 5. Sept.	2. Juni 4. Sept.	10. Mai 4. Oct.
+15	—	13. Juli 7. August	11. Juli 8. August	9. Juni 28. Aug.	26. Juni 22. Aug.	15. Mai 25. Sept.
+16	—	—	—	5. Juli 18. Aug.	14.—28. Juli 6. Aug.	26. Mai 13. Sept.

Temp. R.	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
+17	—	—	—	3. Aug.	—	30. Mai 6. Sept.
+18	—	—	—	—	—	4. Juni 1. Sept.
+19	—	—	—	—	—	26. Juni bis 12. Juli 19. August
+20	—	—	—	—	—	17. Juli 26. Juli

Aus der vorhergehenden Zusammenstellung läßt es sich nun leicht ersehen, um wie viel Tage die eine Station der andern voraus oder im Rückstande hinter derselben ist. Beispielsweise findet der Durchgang durch den Nullpunkt des Thermometers und hiemit im Zusammenhange das Aufthauen der Gewässer in Carlsruhe um 19 Tage früher statt als in Wien, hier wieder 26—27 Tage früher als in Krakau oder Klagenfurt und dort wieder um 19, beziehungsweise 18 Tage früher als in Arvaváralja, so daß der Unterschied zwischen Carlsruhe und Arvaváralja um 5 Tage mehr als zwei Monate beträgt. Bei höherer Temperatur vermindert sich dieser Unterschied, die Temperatur von 5 Graden wird zu Wien nur 6 Tage später als in Carlsruhe erreicht, eben so viel beträgt der Unterschied zwischen Wien und Klagenfurt und 20 Tage zwischen dem letzteren Orte und Arvaváralja, so daß die Differenz Arvaváralja-Carlsruhe jetzt bloß 32 Tage (im ersten Falle 64) beträgt. Für die Temperatur von 10 Graden vermindert sich die Differenz auf 25 Tage.

Der Eispunkt wird in absteigender Linie wieder erreicht zu Arvaváralja am 16. November, um 8—10 Tage später zu Klagenfurt und Krakau, und mit der letztgenannten Station verglichen um 19 Tage später in Wien, um eben so viel später in Carlsruhe als in Wien.

Solche Vergleiche lassen sich leicht vervielfältigen, wie auch die graphische Darstellung zu demselben Resultate führt, wenn man die

Temperatur-Curven durch eine zur Abscissenaxe Parallele schneidet und die Entfernungen der Schnittpunkte von einander bestimmt.

Nebst der (doppelten) Tafel, welche den jährlichen Temperaturgang an den 6 genannten Stationen gibt, wird am Schlusse noch eine zweite Tafel mitgetheilt, welche für Klagenfurt die mittleren Temperaturen der 5 Perioden zu 5 Jahren, welche in dem ganzen Zeitraume 1844—1867 enthalten sind, und eben so für Triest die Mitteltemperaturen der beiden 10jährigen Perioden 1848—1857 und 1858—1867 enthält. Häufig pflegt man die Tagesmittel der einzelnen Jahre mitzutheilen[1]); da aber hier die Rücksicht auf den Raum die Aufnahme so zahlreicher Tabellen verbot, so wird wenigstens durch die auszugsweise Mittheilung nach 5, beziehungsweise 10 Jahren ein Anhaltspunkt für speciellere Untersuchungen, wie z. B. jene Ch. St. Claire-Deville's geboten.

---

[1]) Wie dies beispielsweise in der unlängst erschienenen Abhandlung über den Temperaturgang zu St. Petersburg geschehen ist.

Temperatur R. nach der unmittelbaren Beobachtung.

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
			Jänner			
1	—4·26	—5·92	—3·33	—1·33	+0·28	3·34
2	—4·17	—5·51	—3·66	—1·70	+0·11	2·97
3	—4·60	—5·86	—4·13	—1·73	—0·15	2·93
4	—5·58	—5·53	—4·26	—1·84	—0·06	2·81
5	—4·40	—5·40	—4·04	—2·06	—0·32	3·27
6	—4·35	—4·82	—4·21	—2·22	—0·16	3·39
7	—4·89	—4·60	—4·51	—2·14	—0·62	3·19
8	—4·14	—4·81	—3·90	—2·06	—0·73	3·33
9	—3·52	—4·95	—4·34	—1·99	—0·83	3·59
10	—3·45	—4·85	—4·70	—2·20	—0·51	4·05
11	—3·77	—4·67	—4·39	—1·75	—0·44	4·13
12	—4·55	—4·66	—3·46	—1·62	—0·60	4·07
13	—6·00	—4·88	—4·55	—1·69	—0·38	3·32
14	—5·49	—4·94	—4·16	—1·63	—0·24	3·48
15	—4·45	—4·53	—4·05	—1·41	—0·32	3·49
16	—4·68	—5·15	—4·02	—1·32	—0·25	3·14
17	—5·14	—5·47	—3·90	—1·37	+0·33	3·11
18	—4·38	—5·75	—3·58	—1·47	+0·47	3·39
19	—3·75	—5·46	—3·45	—1·09	+0·58	3·66
20	—3·76	—4·98	—3·19	—0·74	+0·67	3·83
21	—4·08	—4·78	—3·57	—0·92	+0·63	3·95
22	—4·74	—4·03	—4·17	—1·08	+0·28	3·87
23	—4·72	—3·51	—3·79	—1·32	+0·66	3·77
24	—4·00	—3·79	—2·47	—0·66	+0·90	3·61
25	—3·71	—3·66	—2·12	—0·32	+0·75	4·27
26	—3·07	—3·46	—1·87	—0·86	+0·77	4·05
27	—2·86	—4·32	—2·13	—1·02	+1·32	3·65
28	—3·26	—4·98	—3·00	—0·66	+1·38	3·44
29	—3·67	—4·52	—3·06	—0·66	+1·16	3·54
30	—4·01	—4·36	—3·04	—0·46	+1·11	3·78
31	—3·82	—3·49	—2·92	—0·44	+1·09	3·63
			Februar			
1	—1·99	—3·03	—2·06	—0·09	1·31	4·15
2	—2·13	—3·11	—2·37	—0·20	1·47	4·61
3	—3·75	—3·34	—2·58	—0·14	1·54	3·95
4	—3·11	—4·18	—2·92	—0·05	1·18	4·32
5	—3·39	—3·55	—2·77	+0·02	1·75	4·60
6	—2·03	—3·02	—2·09	+0·40	2·06	4·58
7	—1·80	—2·79	—2·57	+0·33	2·14	4·63
8	—2·31	—2·86	—3·04	+0·22	2·12	4·05
9	—2·38	—2.77	—3·30	+0·11	2·29	4·09
10	—3·31	—2·71	—3·20	+0·13	2·10	4·34
11	—3·76	—3·01	—3·46	—0·07	1·71	4·21
12	—2·90	—1·95	—2·66	+0·16	1·36	4·45

Gang der Temperatur R. nach zweimaliger Ausgleichung.

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
Jänner						
1	—4·43	—5·41	—3·54	—1·33	0·13	3·14
2	—4·54	—5·48	—3·67	—1·52	0·05	3·11
3	—4·63	—5.47	—3·79	—1·70	—0·04	3·10
4	—4·67	—5·38	—3·89	—1·84	—0·14	3·11
5	—4·58	—5·25	—3·98	—1·96	—0·26	3·16
6	—4·47	—5·08	—4·05	—2·04	—0·37	3·25
7	—4·34	—4·95	—4·11	—2·06	—0·47	3·37
8	—4·16	—4·86	—4·15	—2·04	—0·55	3·51
9	—4·08	—4·81	—4·17	—2·00	—0·58	3·63
10	—4·16	—4·79	—4·17	—1·94	—0·56	3·73
11	—4·32	—4·79	—4·15	—1·84	—0·53	3·76
12	—4·53	—4·79	—4·10	—1·74	—0·47	3·73
13	—4·78	—4·83	—4·07	—1·65	—0·38	3·63
14	—4·90	—4·90	—4·03	—1·57	—0·27	3·52
15	—4·87	—4·99	—3·97	—1·48	—0·15	3·43
16	—4·76	—5·12	—3·89	—1·40	0·00	3·38
17	—4·60	—5·21	—3·79	—1·31	0·18	3·40
18	—4·40	—5·21	—3·68	—1·23	0·32	3·48
19	—4·28	—5·09	—3·56	—1·15	0·43	3·58
20	—4·23	—4·88	—3·45	—1·07	0·52	3·67
21	—4·21	—4·60	—3·36	—1·00	0·58	3·77
22	—4·18	—4·28	—3·26	—0·95	0·61	3·85
23	—4·09	—4·03	—3·14	—0·90	0·68	3·88
24	—3·92	—3·93	—3·01	—0·84	0·77	3·87
25	—3·75	—3·92	—2·90	—0·79	0·86	3·87
26	—3·57	—3·99	—2·82	—0·76	0·96	3·83
27	—3·47	—4·12	—2·77	—0·72	1·07	3·77
28	—3·40	—4·18	—2·73	—0·65	1·13	3·74
29	—3·35	—4·12	—2·70	—0·58	1·18	3·77
30	—3·32	—3·97	—2·67	—0·50	1·22	3·81
31	—3·24	—3·79	—2·64	—0·39	1·25	3·90
Februar						
1	—3·10	—3·61	—2·63	—0·27	1·30	4·04
2	—3·01	—3·49	—2·64	—0·18	1·38	4·18
3	—2·95	—3·42	—2·68	—0·08	1·48	4·28
4	—2·83	—3·39	—2·72	+0·01	1·59	4·36
5	—2·71	—3·30	—2·75	+0·09	1·74	4·41
6	—2·61	—3·18	—2·77	+0·15	1·88	4·41
7	—2·58	—3·05	—2·79	+0·18	1·97	4·38
8	—2·60	—2·92	—2·80	+0·18	2·01	4·35
9	—2·71	—2·77	—2·79	+0·15	1·99	4·33
10	—2·92	—2·71	—2·78	+0·10	1·90	4·34
11	—3·15	—2·71	—2·74	+0·04	1·78	4·35
12	—3·29	—2·70	—2·67	+0·02	1·68	4·37

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
			April			
1	1·78	3·84	4·19	5·75	6·51	7·31
2	2·17	4·72	4·29	5·86	6·86	8·60
3	2·96	5·35	4·94	6·19	7·06	9·24
4	3·30	5·70	4·98	6·35	7·22	9·82
5	3·58	5·82	4·64	6·41	7·34	10·00
6	3·47	6·25	4·86	6·64	7·42	10·65
7	3·88	6·53	5·54	7·26	7·84	11·16
8	4·13	6·97	5·60	7·22	8·11	11·36
9	4·26	6·52	5·53	7·10	7·92	10·72
10	3·74	6·10	5·68	7·24	7·61	10·36
11	4·03	6·07	5·62	7·41	7·88	10·24
12	3·88	7·00	5·75	7·79	7·80	10·93
13	3·49	6·73	6·27	7·90	8·06	10·76
14	3·86	6·61	6·39	8·00	8·27	10·24
15	3·48	6·67	6·15	8·37	8·59	10·56
16	3·21	5·88	5·83	8·44	8·48	10·76
17	3·62	6·84	6·17	8·44	8·44	10·39
18	3·66	7·17	6·20	8·32	8·67	11·06
19	4·14	7·34	6·33	8·44	8·67	11·48
20	4·75	7·87	7·16	8·90	9·02	11·45
21	5·41	7·89	7·92	8·86	9·14	11·59
22	5·33	7·36	8·11	9·13	9·36	11·08
23	4·64	7·84	7·55	9·10	9·43	11·33
24	4·53	8·01	7·57	9·08	9·51	11·23
25	4·82	8·25	7·45	9·56	9·54	11·37
26	5·74	8·81	7·98	9·52	9·38	11·75
27	5·73	8·73	8·05	9·82	9·59	12·20
28	6·23	9·15	8·16	10·04	9·74	12·36
29	6·52	8·50	8·16	10·26	10·02	12·35
30	6·06	8·05	8·51	10·46	10·11	12·30
			Mai			
1	6·01	8·43	8·40	10·79	10·35	12·65
2	5·97	8·31	8·54	11·05	10·96	12·10
3	5·62	8·56	8·87	11·32	11·18	12·11
4	5·97	8·63	9·38	11·34	11·15	12·03
5	6·98	9·18	9·84	11·09	11·12	12·19
6	6·49	8·75	9·59	11·06	11·33	12·41
7	6·63	9·53	9·75	11·78	11·57	12·88
8	7·59	10·35	10·09	12·17	11·94	13·44
9	8·06	10·72	10·11	12·23	11·76	14·02
10	8·67	11·17	9·92	12·01	11·55	14·14
11	9·19	11·34	10·47	11·80	11·83	14·59
12	9·42	11·07	11·07	12·35	12·00	14·32
13	9·03	11·23	10·77	12·29	11·88	14·64
14	9·00	10·92	10·89	12·10	11·52	14·87

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
			April			
1	2·14	4·26	4·00	5·80	6·59	8·33
2	2·41	4·65	4·22	5·96	6·78	8·67
3	2·73	5·07	4·44	6·15	6·98	9·11
4	3·05	5·48	4·65	6·34	7·19	9·58
5	3·36	5·85	4·84	6·54	7·38	10·04
6	3·59	6·12	5·03	6·73	7·53	10·41
7	3·77	6·30	5·20	6·92	7·67	10·63
8	3·89	6·42	5·35	7·08	7·77	10·74
9	3·93	6·47	5·48	7·22	7·82	10·74
10	3·92	6·48	5·60	7·37	7·86	10·69
11	3·89	6·51	5·72	7·53	7·92	10·62
12	3·80	6·54	5·84	7·70	8·00	10·60
13	3·71	6·54	5·98	7·88	8·10	10·56
14	3·64	6·57	6·11	8·04	8·23	10·56
15	3·61	6·63	6·24	8·19	8·36	10·63
16	3·63	6·71	6·37	8·31	8·47	10·73
17	3·78	6·88	6·51	8·41	8·58	10·84
18	4·00	7·07	6·66	8·51	8·70	11·00
19	4·26	7·28	6·83	8·62	8·82	11·15
20	4·52	7·48	7·01	8·75	8·97	11·25
21	4·73	7·65	7·18	8·87	9·11	11·31
22	4·87	7·78	7·34	9·01	9·24	11·34
23	4·96	7·94	7·48	9·15	9·35	11·39
24	5·07	8·12	7·62	9·29	9·43	11·47
25	5·25	8·30	7·76	9·46	9·51	11·60
26	5·47	8·46	7·92	9·63	9·58	11·78
27	5·69	8·56	8·07	9·83	9·68	11·98
28	5·90	8·59	8·22	10·05	9·83	12·14
29	6·03	8·55	8·37	10·29	10·03	12·24
30	6·05	8·50	8·52	10·52	10·25	12·29
			Mai			
1	6·06	8·49	8·67	10·74	10·48	12·29
2	6·08	8·51	8·83	10·92	10·62	12·26
3	6·12	8·60	9·02	11·08	10·93	12·25
4	6·26	8·78	9·21	11·22	11·11	12·30
5	6·50	9·04	9·40	11·35	11·27	12·45
6	6·78	9·34	9·58	11·50	11·40	12·69
7	7·15	9·73	9·76	11·67	11·52	13·02
8	7·60	10·13	9·94	11·82	11·63	13·41
9	8·03	10·49	10·11	11·95	11·70	13·80
10	8·41	10·74	10·28	12·04	11·75	14·15
11	8·77	10·97	10·45	12·11	11·78	14·44
12	9·07	11·05	10·61	12·19	11·80	14·67
13	9·22	11·08	10·76	12·24	11·81	14·82
14	9·33	11·06	10·90	12·32	11·86	14·93

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
			April			
1	1·78	3·84	4·19	5·75	6·51	7·31
2	2·17	4·72	4·29	5·86	6·86	8·60
3	2·96	5·35	4·94	6·19	7·06	9·24
4	3·30	5·70	4·98	6·35	7·22	9·82
5	3·58	5·82	4·64	6·41	7·34	10·00
6	3·47	6·25	4·86	6·64	7·42	10·65
7	3·88	6·53	5·54	7·26	7·84	11·16
8	4·13	6·97	5·60	7·22	8·11	11·36
9	4·26	6·52	5·53	7·10	7·92	10·72
10	3·74	6·10	5·68	7·24	7·61	10·36
11	4·03	6·07	5·62	7·41	7·88	10·24
12	3·88	7·00	5·75	7·79	7·80	10·93
13	3·49	6·73	6·27	7·90	8·06	10·76
14	3·86	6·61	6·39	8·00	8·27	10·24
15	3·48	6·67	6·15	8·37	8·59	10·56
16	3·21	5·88	5·83	8·44	8·48	10·76
17	3·62	6·84	6·17	8·44	8·44	10·39
18	3·66	7·17	6·20	8·32	8·67	11·06
19	4·14	7·34	6·33	8·44	8·67	11·48
20	4·75	7·87	7·16	8·90	9·02	11·45
21	5·41	7·89	7·92	8·86	9·14	11·59
22	5·33	7·36	8·11	9·13	9·36	11·08
23	4·64	7·84	7·55	9·10	9·43	11·33
24	4·53	8·01	7·57	9·08	9·51	11·23
25	4·82	8·25	7·45	9·56	9·54	11·37
26	5·74	8·81	7·98	9·52	9·38	11·75
27	5·73	8·73	8·05	9·82	9·59	12·20
28	6·23	9·15	8·16	10·04	9·74	12·36
29	6·52	8·50	8·16	10·26	10·02	12·35
30	6·06	8·05	8·51	10·46	10·11	12·30
			Mai			
1	6·01	8·43	8·40	10·79	10·35	12·65
2	5·97	8·31	8·54	11·05	10·96	12·10
3	5·62	8·56	8·87	11·32	11·18	12·11
4	5·97	8·63	9·38	11·34	11·15	12·03
5	6·98	9·18	9·84	11·09	11·12	12·19
6	6·49	8·75	9·59	11·06	11·33	12·41
7	6·63	9·53	9·75	11·78	11·57	12·88
8	7·59	10·35	10·09	12·17	11·94	13·44
9	8·06	10·72	10·11	12·23	11·76	14·02
10	8·67	11·17	9·92	12·01	11·55	14·14
11	9·19	11·34	10·47	11·80	11·83	14·59
12	9·42	11·07	11·07	12·35	12·00	14·32
13	9·03	11·23	10·77	12·29	11·88	14·64
14	9·00	10·92	10·89	12·10	11·52	14·87

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
13	—3·40	—2·72	—2·57	+0·02	1·63	4·39
14	—3·49	—2·74	—2·46	+0·06	1·62	4·40
15	—3·53	—2·72	—2·32	+0·13	1·65	4·37
16	—3·55	—2·63	—2·17	+0·21	1·71	4·37
17	—3·62	—2·52	—2·01	+0·30	1·78	4·38
18	—3·66	—2·41	—1·84	+0·40	1·86	4·42
19	—3·70	—2·30	—1·67	+0·51	1·97	4·47
20	—3·68	—2·19	—1·49	+0·65	2·13	4·55
21	—3·63	—2·07	—1·31	+0·86	2·34	4·64
22	—3·53	—1·92	—1·14	+1·08	2·57	4·73
23	—3·42	—1·71	—0·98	+1·32	2·77	4·82
24	—3·28	—1·51	—0·81	+1·55	2·94	4·92
25	—3·13	—1·30	—0·66	+1·72	3·06	5·05
26	—2·93	—1·08	—0·51	+1·83	3·11	5·18
27	—2·69	—0·87	—0·36	+1·89	3·14	5·32
28	—2·44	—0·67	—0·21	+1·93	8·19	5·48
			März			
1	—2·20	—0·45	—0·08	1·98	3·24	5·61
2	—1·96	—0·26	+0·03	2·05	3·32	5·72
3	—1·79	—0·07	0·14	2·16	3·41	5·79
4	—1·61	+0·10	0·25	2·29	3·49	5·86
5	—1·36	0·26	0·34	2·42	3·55	5·94
6	—1·09	0.42	0·43	2·54	3·61	6·04
7	—0·84	0·50	0·51	2·63	3·64	6·15
8	—0·63	0·53	0·58	2·69	3·65	6·24
9	—0·51	0·50	0·64	2·72	3·67	6·29
10	—0·55	0·43	0·68	2·76	3·69	6·29
11	—0·70	0·36	0·73	2·80	3·73	6·24
12	—0·88	0·38	0·78	2·87	3·81	6·19
13	—1·02	0·47	0·85	2·99	3·92	6·12
14	—1·13	0·64	0·91	3·15	4·07	6·09
15	—1·13	0·86	0·99	3·32	4·23	6·09
16	—1·04	1·07	1·08	3·50	4·38	6·12
17	—0·90	1·24	1·18	3·66	4·52	6·15
18	—0·74	1·35	1·29	3·77	4·63	6·23
19	—0·53	1·44	1·41	3·86	4·73	6·34
20	—0·31	1·54	1·55	3·93	4·82	6·48
21	—0·11	1·68	1·71	4·01	4·90	6·67
22	+0·12	1·88	1·89	4·08	4·98	6·92
23	0·31	2·17	2·07	4·18	5·07	7·14
24	0·50	2·48	2·25	4·31	5·17	7·33
25	0·70	2·78	2·44	4·46	5·29	7·59
26	0·89	3·05	2·64	4·63	5·44	7·78
27	1·05	3·27	2·85	4·83	5·61	7·90
28	1·28	3·42	3·07	5·04	5·81	7·97
29	1·45	3·55	3·30	5·25	6·00	8·01
30	1·66	3·72	3·54	5·46	6·19	8·06
31	1·87	3·95	3·78	5·64	6·39	8·14

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
			April			
1	1·78	3·84	4·19	5·75	6·51	7·31
2	2·17	4·72	4·29	5·86	6·86	8·60
3	2·96	5·35	4·94	6·19	7·06	9·24
4	3·30	5·70	4·98	6·35	7·22	9·82
5	3·58	5·82	4·64	6·41	7·34	10·00
6	3·47	6·25	4·86	6·64	7·42	10·65
7	3·88	6·53	5·54	7·26	7·84	11·16
8	4·13	6·97	5·60	7·22	8·11	11·36
9	4·26	6·52	5·53	7·10	7·92	10·72
10	3·74	6·10	5·68	7·24	7·61	10·36
11	4·03	6·07	5·62	7·41	7·88	10·24
12	3·88	7·00	5·75	7·79	7·80	10·93
13	3·49	6·73	6·27	7·90	8·06	10·76
14	3·86	6·61	6·39	8·00	8·27	10·24
15	3·48	6·67	6·15	8·37	8·59	10·56
16	3·21	5·88	5·83	8·44	8·48	10·76
17	3·62	6·84	6·17	8·44	8·44	10·39
18	3·66	7·17	6·20	8·32	8·67	11·06
19	4·14	7·34	6·33	8·44	8·67	11·48
20	4·75	7·87	7·16	8·90	9·02	11·45
21	5·41	7·89	7·92	8·86	9·14	11·59
22	5·33	7·36	8·11	9·13	9·36	11·08
23	4·64	7·84	7·55	9·10	9·43	11·33
24	4·53	8·01	7·57	9·08	9·51	11·23
25	4·82	8·25	7·45	9·56	9·54	11·37
26	5·74	8·81	7·98	9·52	9·38	11·75
27	5·73	8·73	8·05	9·82	9·59	12·20
28	6·23	9·15	8·16	10·04	9·74	12·36
29	6·52	8·50	8·16	10·26	10·02	12·35
30	6·06	8·05	8·51	10·46	10·11	12·30
			Mai			
1	6·01	8·43	8·40	10·79	10·35	12·65
2	5·97	8·31	8·54	11·05	10·96	12·10
3	5·62	8·56	8·87	11·32	11·18	12·11
4	5·97	8·63	9·38	11·34	11·15	12·03
5	6·98	9·18	9·84	11·09	11·12	12·19
6	6·49	8·75	9·59	11·06	11·33	12·41
7	6·63	9·53	9·75	11·78	11·57	12·88
8	7·59	10·35	10·09	12·17	11·94	13·44
9	8·06	10·72	10·11	12·23	11·76	14·02
10	8·67	11·17	9·92	12·01	11·55	14·14
11	9·19	11·34	10·47	11·80	11·83	14·59
12	9·42	11·07	11·07	12·35	12·00	14·32
13	9·03	11·23	10·77	12·29	11·88	14·64
14	9·00	10·92	10·89	12·10	11·52	14·87

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
			April			
1	2·14	4·26	4·00	5·80	6·59	8·33
2	2·41	4·65	4·22	5·96	6·78	8·67
3	2·73	5·07	4·44	6·15	6·98	9·11
4	3·05	5·48	4·65	6·34	7·19	9·58
5	3·36	5·85	4·84	6·54	7·38	10·04
6	3·59	6·12	5·03	6·73	7·53	10·41
7	3·77	6·30	5·20	6·92	7·67	10·63
8	3·89	6·42	5·35	7·08	7·77	10·74
9	3·93	6·47	5·48	7·22	7·82	10·74
10	3·92	6·48	5·60	7·37	7·86	10·69
11	3·89	6·51	5·72	7·53	7·92	10·62
12	3·80	6·54	5·84	7·70	8·00	10·60
13	3·71	6·54	5·98	7·88	8·10	10·56
14	3·64	6·57	6·11	8·04	8·23	10·56
15	3·61	6·63	6·24	8·19	8·36	10·63
16	3·63	6·71	6·37	8·31	8·47	10·73
17	3·78	6·88	6·51	8·41	8·58	10·84
18	4·00	7·07	6·66	8·51	8·70	11·00
19	4·26	7·28	6·83	8·62	8·82	11·15
20	4·52	7·48	7·01	8·75	8·97	11·25
21	4·73	7·65	7·18	8·87	9·11	11·31
22	4·87	7·78	7·34	9·01	9·24	11·34
23	4·96	7·94	7·48	9·15	9·35	11·39
24	5·07	8·12	7·62	9·29	9·43	11·47
25	5·25	8·30	7·76	9·46	9·51	11·60
26	5·47	8·46	7·92	9·63	9·58	11·78
27	5·69	8·56	8·07	9·83	9·68	11·98
28	5·90	8·59	8·22	10·05	9·83	12·14
29	6·03	8·55	8·37	10·29	10·03	12·24
30	6·05	8·50	8·52	10·52	10·25	12·29
			Mai			
1	6·06	8·49	8·67	10·74	10·48	12·29
2	6·08	8·51	8·83	10·92	10·62	12·26
3	6·12	8·60	9·02	11·08	10·93	12·25
4	6·26	8·78	9·21	11·22	11·11	12·30
5	6·50	9·04	9·40	11·35	11·27	12·45
6	6·78	9·34	9·58	11·50	11·40	12·69
7	7·15	9·73	9·76	11·67	11·52	13·02
8	7·60	10·13	9·94	11·82	11·63	13·41
9	8·03	10·49	10·11	11·95	11·70	13·80
10	8·41	10·74	10·28	12·04	11·75	14·15
11	8·77	10·97	10·45	12·11	11·78	14·44
12	9·07	11·05	10·61	12·19	11·80	14·67
13	9·22	11·08	10·76	12·24	11·81	14·82
14	9·33	11·06	10·90	12·32	11·86	14·93

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
			Juli			
1	12·64	14·64	14·16	15·82	15·24	18·91
2	11·42	13·82	14·03	15·50	15·36	18·28
3	11·61	13·90	14·25	15·75	15·49	18·52
4	12·05	14·65	14·28	15·97	15·74	18·82
5	11·76	15·44	14·61	15·97	15·63	19·59
6	11·59	15·37	14·73	16·12	16·03	19·75
7	11·94	14·62	15·12	16·32	15·93	19·60
8	12·01	14·67	15·61	16·48	15·90	18·97
9	12·15	14·75	15·35	16·49	15·73	19·01
10	12·27	14·87	15·18	16·52	15·74	19·09
11	11·87	13·88	14·68	16·15	15·75	18·53
12	11·84	14·34	14·86	16·13	15·79	18·59
13	11·92	14·26	14·83	16·30	15·92	18·78
14	12·71	15·64	15·01	16·64	16·10	19·38
15	12·97	15·93	15·22	16·69	16·37	19·52
16	13·52	15·66	15·07	16·49	16·01	19·82
17	13·03	15·68	14·90	16·47	15·78	20·40
18	13·89	16·13	15·43	16·57	16·00	20·42
19	13·40	16·02	15·52	16·70	16·14	20·52
20	13·05	15·34	15·71	17·01	16·11	19·82
21	13·11	15·32	15·55	16·87	15·82	20·07
22	13·60	15·70	15·22	16·51	15·45	20·20
23	13·92	15·86	14·97	16·39	15·74	20·25
24	14·36	16·56	15·57	16·52	15·75	20·47
25	13·39	16·29	15·45	16·69	15·85	20·16
26	13·86	15·28	15·57	16·61	15·76	19·81
27	13·36	14·68	15·20	16·68	15·97	19·80
28	13·36	14·96	15·34	16·71	15·99	20·15
29	13·06	15·26	15·22	16·62	16·01	19·75
30	13·12	15·03	14·91	16·58	16·02	19·83
31	13·09	14·95	15·07	16·95	16·09	19·80
			August			
1	13·20	15·40	15·14	16·94	16·30	20·04
2	13·71	15·47	15·57	17·12	16·47	20·09
3	13·52	15·02	15·72	17·08	16·58	19·66
4	13·11	15·46	15·50	17·14	16·47	20·09
5	13·35	14·98	15·38	16·94	16·06	20·19
6	12·67	14·93	14·97	16·82	15·97	19·64
7	12·78	15·05	14·79	16·50	15·63	19·88
8	12·26	14·85	14·59	16·25	15·62	19·74
9	12·99	15·26	14·75	16·41	15·70	19·71
10	13·33	14·63	14·88	16·27	15·76	19·91
11	12·47	14·25	14·82	16·35	15·99	19·42
12	11·95	14·78	14·66	16·53	16·07	19·87
13	12·34	14·82	14·76	16·59	16·21	19·77
14	12·49	15·02	14·90	16·58	15·97	20·14

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
			Juli			
1	12·26	14·51	14·59	15·84	15·32	18·88
2	12·07	14·47	14·60	15·83	15·41	18·84
3	11·95	14·51	14·63	15·87	15·52	18·90
4	11·88	14·63	14·67	15·94	15·63	19·05
5	11·82	14·76	14·72	16·03	15·72	19·23
6	11·84	14·84	14·78	16·15	15·79	19·35
7	11·92	14·82	14·84	16·25	15·83	19·40
8	11·96	14·76	14·89	16·32	15·83	19·35
9	11·99	14·66	14·93	16·35	15·82	19·21
10	12·04	14·58	14·97	16·36	15·82	19·07
11	12·09	14·58	15·00	16·36	15·85	18·97
12	12·20	14·69	15·05	16·37	15·89	18·97
13	12·36	14·88	15·08	16·40	15·94	19·08
14	12·60	15·18	15·12	16·45	16·00	19·31
15	12·85	15·43	15·15	16·50	16·04	19·56
16	13·07	15·62	15·18	16·55	16·04	19·80
17	13·21	15·73	15·21	16·61	16·03	20·01
18	13·33	15·78	15·24	16·65	16·00	20·13
19	13·37	15·75	15·28	16·68	15·96	20·18
20	13·42	15·73	15·31	16·69	15·90	20·19
21	13·48	15·77	15·33	16·68	15·84	20·20
22	13·58	15·82	15·33	16·65	15·79	20·19
23	13·66	15·83	15·33	16·62	15·77	20·16
24	13·71	15·81	15·34	16·60	15·77	20·15
25	13·66	15·71	15·34	16·60	15·80	20·10
26	13·60	15·49	15·33	16·61	15·85	20·03
27	13·48	15·29	15·33	16·65	15·91	19·96
28	13·35	15·17	15·31	16·68	15·97	19·93
29	13·27	15·10	15·29	16·72	16·03	19·89
30	13·25	15·08	15·27	16·78	16·10	19·88
31	13·25	15·16	15·26	16·86	16·19	19·89
			August			
1	13·28	15·22	15·24	16·92	16·26	19·92
2	13·30	15·23	15·23	16·98	16·31	19·93
3	13·27	15·21	15·20	16·99	16·30	19·92
4	13·17	15·16	15·16	16·95	16·23	19·93
5	13·07	15·11	15·11	16·85	16·12	19·91
6	12·96	15·05	15·06	16·74	15·99	19·86
7	12·85	14·98	15·02	16·60	15·87	19·82
8	12·76	14·91	14·99	16·50	15·81	19·79
9	12·71	14·85	14·96	16·44	15·81	19·76
10	12·65	14·79	14·92	16·41	15·85	19·76
11	12·57	14·74	14·88	16·42	15·91	19·77
12	12·50	14·75	14·84	16·46	15·95	19·82
13	12·50	14·77	14·81	16·48	15·95	19·87
14	12·50	14·75	14·78	16·45	15·89	19·89

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
15	12·68	14·65	15·20	16·52	15·91	20·11
16	12·68	15·04	15·28	16·54	15·62	20·17
17	12·66	14·71	14·83	16·00	15·41	19·59
18	12·60	13·72	14·52	15·74	15·32	19·19
19	11·74	13·15	14·13	15·75	15·38	18·31
20	12·22	13·59	14·24	15·68	15·20	18·21
21	12·70	13·68	14·43	15·62	15·00	18·48
22	12·23	13·75	14·61	15·58	14·99	18·60
23	12·30	13·97	14·34	15·49	14·70	18·87
24	12·47	13·58	13·87	15·41	14·96	19·12
25	11·56	13·34	13·40	15·20	14·65	18·37
26	11·42	13·05	13·24	15·08	14·55	17·84
27	11·41	13·35	13·26	15·10	14·60	18·48
28	11·61	13·72	13·83	15·03	14·53	18·47
29	12·01	13·37	13·71	15·06	14·68	18·27
30	11·38	13·33	13·21	14·83	14·81	18·26
31	11·22	13·16	13·00	14·93	14·61	17·95
			September			
1	10·92	13·17	13·03	14·82	14·13	18·40
2	11·39	12·80	13·08	14·53	14·02	17·98
3	11·06	12·24	13·00	14·31	14·11	17·49
4	10·71	12·61	12·91	14·18	14·14	17·18
5	10·90	12·37	12·55	13·99	13·95	17·10
6	10·87	12·42	12·33	13·68	13·87	17·11
7	10·78	12·28	12·06	13·65	13·57	16·75
8	9·98	11·76	11·81	13·49	13·48	16·29
9	9·64	11·80	12·06	13·47	13·43	16·32
10	9·78	12·11	12·30	13·62	13·52	16·80
11	9·90	11·76	12·40	13·51	13·18	16·71
12	9·03	11·18	11·43	13·00	12·85	16·04
13	8·40	10·39	10·73	12·62	12·54	15·76
14	8·27	10·46	10·95	12·46	12·53	15·46
15	8·46	10·76	10·59	12·40	12·46	15·82
16	8·29	10·78	10·23	12·30	12·57	16·01
17	8·75	10·87	10·54	12·61	12·61	15·79
18	9·05	11·16	11·09	12·72	12·70	15·72
19	8·82	10·80	10·92	12·47	12·23	15·69
20	9·37	10·41	10·62	11·65	11·99	15·26
21	8·91	10·59	10·25	11·60	11·91	15·41
22	9·04	10·80	9·97	11·55	11·99	15·44
23	8·86	10·21	9·75	11·54	11·88	15·03
24	8·85	10·63	10·13	11·73	11·80	15·01
25	8·69	10·47	10·56	11·67	11·38	15·15
26	8·61	10·10	10·05	11·39	11·15	15·07
27	8·08	9·75	9·80	11·08	11·21	14·50
28	8·44	9·75	9·96	11·25	11·30	14·62
29	8·92	9·75	9·84	11·21	21·13	14·53
30	8·91	10·12	9·92	10·94	10·80	15·00

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
15	12·49	14·66	14·75	16·38	15·80	19·82
16	12·49	14·52	14·71	16·27	15·67	19·67
17	12·48	14·31	14·64	16·11	15·53	19·42
18	12·43	14·05	14·55	15·95	15·40	19·14
19	12·35	13·85	14·46	15·82.	15·28	18·87
20	12·34	13·74	14·37	15·71	15·17	18·70
21	12·31	13·66	14·27	15·61	15·06	18·62
22	12·23	13·62	14·17	15·53	14·97	18·58
23	12·14	13·60	14·05	15·45	14·87	18·58
24	12·03	13·55	13·92	15·35	14·79	18·57
25	11·87	13·48	13·79	15·26	14·72	18·50
26	11·74	13·42	13·68	15·17	14·67	18·41
27	11·64	13·39	13·58	15·10	14·65	18·36
28	11·56	13·37	13·48	15·03	14·62	18·30
29	11·49	13·32	13·38	14·97	14·58	18·25
30	11·41	13·24	13·26	14·89	14·52	18·19
31	11·31	13·12	13·14	14·80	14·44	18·10
			September			
1	11·21	12·97	13·03	14·67	14·32	17·97
2	11·12	12·80	12·92	14·51	14·22	17·79
3	11·01	12·65	12·81	14·34	14·11	17·58
4	10·90	12·52	12·69	14·16	14·00	17·36
5	10·78	12·38	12·56	13·99	13·90	17·14
6	10·62	12·27	12·41	13·83	13·80	16·94
7	10·43	12·16	12·25	13·71	13·68	16·78
8	10·19	12·03	12·09	13·60	13·55	16·65
9	9·93	11·86	11·94	13·43	13·41	16·53
10	9·67	11·67	11·79	13·37	13·26	16·42
11	9·39	11·44	11·64	13·21	13·09	16·28
12	9·09	11·19	11·47	13·01	12·92	16·13
13	8·85	10·98	11·30	12·82	12·77	16·00
14	8·69	10·85	11·14	12·68	12·67	15·89
15	8·61	10·79	10·99	12·57	12·58	15·82
16	8·62	10·76	10·87	12·48	12·53	15·77
17	8·72	10·77	10·76	12·41	12·47	15·72
18	8·80	10·79	10·66	12·31	12·39	15·66
19	8·93	10·75	10·56	12·16	12·28	15·58
20	8·99	10·68	10·46	11·99	12·16	15·47
21	8·99	10·63	10·36	11·84	12·03	15·37
22	8·96	10·56	10·29	11·71	11·90	15·29
23	8·88	10·46	10·23	11·61	11·76	15·18
24	8·78	10·37	10·17	11·54	11·64	15·08
25	8·69	10·26	10·12	11·48	11·50	14·99
26	8·63	10·13	10·04	11·39	11·37	14·89
27	8·60	10·01	9·97	11·29	11·25	14·81
28	8·65	9·94	9·88	11·20	11·14	14·79
29	8·72	9·87	9·80	11·10	11·02	14·76
30	8·75	9·82	9·72	10·98	10·89	14·72

Tag	Arvavárosija	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
			October			
1	8·99	9·94	9·79	10·86	10·77	15·06
2	9·19	9·86	9·94	10·89	10·63	14·92
3	8·40	9·27	9·47	10·69	10·48	14·08
4	8·07	9·35	9·16	10·25	10.38	13·94
5	6·98	8·81	8·86	10·16	10·48	13·56
6	7·36	9·20	9·30	10·31	10·15	13·77
7	6·67	8·76	8·71	10·08	10·14	13·68
8	6·65	8·43	8·89	10·05	9·98	13·62
9	6·07	7·97	8·56	9·83	9·60	13·22
10	5·82	7·46	8·26	9·11	9·18	13·06
11	6·12	7·72	7·75	9·07	9·21	12·90
12	6·70	7·84	8·24	9·05	8·93	12·55
13	5·97	7·18	7·54	8·82	8·46	12·30
14	6·69	7·47	7·18	8·24	8·43	12·70
15	6·73	7·58	6·91	8·39	8·51	12·88
16	5·86	7·44	7·04	8·25	8·31	12·39
17	5·66	7·12	7·18	8·00	8·32	12·45
18	6·16	7·11	6·86	7·89	8·25	12·28
19	6·51	7·73	6·84	7·68	8·10	12·61
20	6·57	7·42	6·93	7·80	7·81	12·44
21	6·21	7·08	6·58	7·54	7·43	12·35
22	5·15	6·66	5·91	7·26	7·53	12·13
23	4·99	6·67	5·83	7·15	7·44	12·42
24	5·26	6·37	6·41	7·05	7·56	12·30
25	4·64	6·10	6·23	6·94	7·28	11·98
26	4·34	5·67	5·64	6·77	7·03	11·43
27	4·29	5·33	5·69	6·71	6·68	10·96
28	3·24	5·00	5·20	6·45	6·61	11·11
29	3·02	4·48	4·52	6·07	6·52	10·70
30	3·12	4·52	4·40	5·96	6·37	10·53
31	3·32	4·55	4·53	5·90	6·08	10·50
			November			
1	3·45	4·64	4·13	5·70	6·00	10·38
2	3·79	3·91	3·71	5·38	5·97	10·15
3	3·34	3·44	3·50	5·47	5·85	9·61
4	3·05	2·84	3·55	5·10	5·61	8·86
5	2·94	2·78	3·36	4·94	5·35	8·73
6	2·21	2·85	2·94	4·45	5·27	8·42
7	2·05	2·56	2·74	4·36	5·08	8·12
8	2·16	2·92	2·76	4·19	5·04	8·46
9	2·25	2·80	3·03	4·24	4·88	8·35
10	0·83	1·72	2·32	3·97	4·33	7·76
11	0·86	1·30	2·42	3·97	4·31	7·59
12	0·71	1·20	2·10	3·61	4·34	7·13
13	—0·22	0·79	1·52	3·24	4·33	7·32
14	+0·62	0·88	1·57	3·39	4·23	7·42

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
			October			
1	8·70	9·73	9·63	10·86	10·78	14·64
2	8·56	9·62	9·52	10·74	10·66	14·50
3	8·28	9·46	9·39	10·60	10·54	14·29
4	7·94	9·28	9·25	10·45	10·43	14·09
5	7·55	9·07	9·10	10·32	10·32	13·89
6	7·18	8·85	8·95	10·18	10·17	13·72
7	6·84	8·61	8·78	10·01	10·01	13·57
8	6·59	8·37	8·61	9·84	9·82	13·42
9	6·39	8·11	8·42	9·62	9·59	13·24
10	6·29	7·89	8·24	9·38	9·35	13·06
11	6·28	7·73	8·06	9·14	9·13	12·90
12	6·30	7·62	7·89	8·93	8·91	12·76
13	6·28	7·51	7·71	8·71	8·71	12·65
14	6·30	7·46	7·52	8·52	8·57	12·60
15	6·28	7·43	7·35	8·36	8·46	12·56
16	6·22	7·39	7·20	8·20	8·35	12·52
17	6·19	7·35	7·05	8·05	8·24	12·49
18	6·18	7·31	6·90	7·90	8·12	12·45
19	6·11	7·27	6·75	7·77	7·98	13·42
20	6·00	7·16	6·60	7·64	7·83	12·38
21	5·82	7·00	6·44	7·49	7·69	12·34
22	5·55	6·80	6·27	7·36	7·57	12·27
23	5·26	6·57	6·10	7·22	7·45	12·16
24	4·96	6·30	5·94	7·08	7·32	11·99
25	4·61	5·98	5·75	6·92	7·17	11·77
26	4·28	5·66	5·54	6·76	7·01	11·52
27	3·99	5·36	5·32	6·58	6·83	11·26
28	3·69	5·08	5·09	6·40	6·65	11·02
29	3·49	4·83	4·85	6·20	6·48	10·80
30	3·39	4·61	4·62	6·02	6·33	10·60
31	3·35	4·38	4·39	5·85	6·18	10·39
			November			
1	3·33	4·13	4·17	5·67	6·04	10·15
2	3·30	3·83	3·95	5·48	5·90	9·85
3	3·17	3·53	3·73	5·29	5·75	9·51
4	2·99	3·24	3·52	5·07	5·59	9·17
5	2·78	3·03	3·32	4·86	5·44	8·87
6	2·49	2·84	3·12	4·64	5·27	8·61
7	2·21	2·66	2·93	4·46	5·09	8·39
8	1·94	2·48	2·75	4·29	4·92	8·21
9	1·62	2·23	2·58	4·13	4·76	8·03
10	1·26	1·91	2·39	3·97	4·60	7·84
11	0·96	1·60	2·20	3·83	4·47	7·68
12	0·69	1·36	2·00	3·67	4·39	7·55
13	0·46	1·19	1·80	3·54	4·30	7·49
14	0·30	1·09	1·60	3·46	4·24	7·46

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
15	+0·06	1·02	1·27	3·46	4·35	7·68
16	+0·05	1·38	1·15	3·26	4·22	7·47
17	+0·57	1·54	1·26	3·41	3·83	7·88
18	—0·68	0·53	1·09	3·38	3·83	6·89
19	—1·49	—0·04	0·58	3·06	3·78	6·51
20	—2·21	—0·54	0·09	2·64	3·59	6·21
21	—2·18	—1·20	+0·01	2·41	3·34	5·64
22	—2·53	—0·74	—0·02	2·43	3·55	5·67
23	—1·38	—0·45	+0·37	2·36	3·42	6·43
24	—0·69	+0·08	+0·79	2·19	3·24	7·08
25	—0·42	+0·80	+0·26	2·28	3·03	7·40
26	+0·22	+0·70	—0·57	2·08	3·08	6·95
27	+0·12	+0·44	—0·27	1·99	2·98	6·60
28	—0·27	+0·24	0·00	1·96	3·07	6·64
29	—0·53	—0·07	+0·48	1·94	3·34	6·37
30	—1·58	—0·20	+0·37	1·91	3·29	6·68
			December			
1	—1·21	+0·10	—0·28	1·87	3·35	6·05
2	—1·47	—0·32	—1·10	1·66	3·22	5·92
3	—2·72	—1·31	—1·45	1·36	2·76	5·04
4	—3·67	—2·08	—1·68	1·19	2·55	4·90
5	—2·91	—2·54	—1·53	1·09	2·64	4·77
6	—1·54	—1·72	—0·77	1·38	2·60	5·30
7	—2·07	—2·03	—0·56	1·23	2·37	5·57
8	—1·30	—1·43	—0·65	1·17	2·20	5·50
9	—2·05	—2·04	—0·26	1·00	2·17	5·00
10	—3·87	—1·98	—1·11	1·13	2·00	4·53
11	—3·50	—2·70	—1·84	0·35	1·70	4·64
12	—3·65	—2·45	—1·88	0·35	1·47	4·60
13	—4·00	—2·56	—1·86	0·41	1·61	4·72
14	—3·81	—3·25	—2·36	0·07	1·26	4·45
15	—2·88	—3·51	—1·83	0·01	1·57	4·64
16	—2·38	—2·94	—1·03	0·09	1·50	5·01
17	—2·94	—2·82	—1·41	—0·11	1·55	5·12
18	—3·00	—3·31	—2·02	—0·37	1·37	4·74
19	—3·30	—3·47	—2·13	—0·57	1·09	4·66
20	—3·97	—3·91	—2·43	—0·62	1·06	3·87
21	—3·92	—5·20	—2·28	—0·59	1·15	3·18
22	—4·37	—4·70	—2·20	—0·47	1·12	3·37
23	—4·52	—4·82	—2·60	—0·48	1·04	3·38
24	—5·17	—5·04	—3·01	—0·74	0·83	3·23
25	—3·78	—4·26	—2·24	—0·50	0·87	3·40
26	—3·01	—3·50	—2·56	—0·45	0·33	3·74
27	—3·35	—3·54	—3·05	—0·79	0·66	4·05
28	—3·00	—4·27	—2·56	—0·74	0·57	3·51
29	—3·74	—4·83	—2·80	—0·75	0·14	2·98
30	—4·52	—5·18	—3·48	—0·96	0·28	3·17
31	—4·89	—5·00	—3·66	—0·93	0·19	3·34

Tag	Árvaváralja	Klagenfurt	Krakau	Wien	Carlsruhe	Triest
15	0·13	1·04	1·42	3·39	4·18	7·42
16	—0·09	0·95	1·25	3·32	4·08	7·34
17	—0·38	0·75	1·08	3·23	3·96	7·18
18	—0·79	0·45	0·91	3·12	3·85	6·91
19	—1·20	0·12	0·74	2·96	3·74	6·63
20	—1·51	—0·17	0·60	2·78	3·62	6·41
21	—1·64	—0·34	0·49	2·62	3·52	6·30
22	—1·60	—0·34	0·39	2·47	3·43	6·32
23	—1·32	—0·20	0·31	2·35	3·34	6·46
24	—0·97	0·00	0·22	2·26	3·25	6·63
25	—0·65	+0·19	0·11	2·19	3·18	6·75
26	—0·44	+0·29	—0·01	2·12	3·15	6·79
27	—0·39	+0·30	—0·11	2·05	3·14	6·74
28	—0·50	+0·23	—0·20	1·99	3·16	6·63
29	—0·76	+0·06	—0·28	1·92	3·18	6·45
30	—1·14	—0·17	—0·37	1·83	3·17	6·23
			December			
1	—1·54	—0·46	—0·48	1·72	3·12	5·97
2	—1·90	—0·80	—0·69	1·60	3·02	5·71
3	—2·21	—1·17	—0·72	1·47	2·89	5·47
4	—2·37	—1·49	—0·82	1·37	2·75	5·31
5	—2·34	—1·73	—0·91	1·28	2·62	5·21
6	—2·29	—1·85	—0·98	1·23	2·49	5·18
7	—2·31	—1·94	—1·05	1·16	2·36	5·15
8	—2·37	—1·98	—1·13	1·07	2·23	5·10
9	—2·59	—2·05	—1·21	0·96	2·09	5·00
10	—2·95	—2·18	—1·30	0·81	1·93	4·87
11	—3·23	—2·33	—1·40	0·63	1·78	4·76
12	—3·39	—2·51	—1·49	0·47	1·66	4·68
13	—3·45	—2·69	—1·56	0·33	1·58	4·67
14	—3·37	—2·86	—1·64	0·18	1·51	4·69
15	—3·20	—2·98	—1·73	0·05	1·47	4·74
16	—3·10	—3·12	—1·81	—0·06	1·43	4·74
17	—3·11	—3·28	—1·90	—0·19	1·38	4·68
18	—3·20	—3·50	—2·01	—0·31	1·32	4·51
19	—3·40	—3·75	—2·10	—0·41	1·24	4·29
20	—3·69	—4·06	—2·18	—0·48	1·17	4·01
21	—3·94	—4·36	—2·26	—0·53	1·11	3·73
22	—4·10	—4·49	—2·35	—0·55	1·03	3·55
23	—4·16	—4·51	—2·45	—0·56	0·94	3·47
24	—4·10	—4·45	—2·55	—0·58	0·86	3·45
25	—3·91	—4·32	—2·66	—0·59	0·75	3·48
26	—3·74	—4·22	—2·78	—0·63	0·63	3·51
27	—3·69	—4·25	—2·90	—0·69	0·54	3·51
28	—3·71	—4·43	—3·01	—0·76	0·44	3·45
29	—3·83	—4·66	—3·14	—0·86	0·35	3·37
30	—4·06	—4·95	—3·28	—0·99	0·28	3·29
31	—4·29	—5·20	—3·41	—1·15	0·21	3·22

Tag	Klagenfurt					Triest	
	1844 bis 1848	1849 bis 1853	1854 bis 1858	1859 bis 1863	1864 bis 1868	1848 bis 1857	1858 bis 1867
Jänner							
1	—3·64	—7·80	—8·74	—4·74	—4·68	2·80	3·87
2	—3·52	—8·04	—5·44	—5·68	—4·86	2·86	3·07
3	—3·86	—7·80	—6·82	—6·00	—4·84	3·00	2·85
4	—4·14	—8·24	—6·12	—4·88	—4·26	3·40	2·21
5	—3·64	—5·52	—5·06	—5·42	—7·36	3·89	2·64
6	—3·36	—5·32	—4·00	—5·74	—6·68	3·98	2·79
7	—3·20	—5·96	—3·86	—5·02	—4·96	4·03	2·35
8	—3·80	—5·28	—4·50	—5·44	—5·02	4·09	2·56
9	—3·76	—3·32	—5·52	—7·26	—4·88	4·15	3·02
10	—4·48	—2·60	—6·32	—6·52	—4·34	4·79	3·30
11	—4·72	—3·26	—5·98	—4·74	—4·64	4·54	3·72
12	—4·58	—4·82	—5·64	—3·26	—4·98	4·07	4·06
13	—6·10	—4·98	—4·08	—3·48	—5·74	2·88	3·75
14	—5·70	—5·64	—5·40	—3·74	—4·20	3·09	3·87
15	—4·12	—3·94	—6·76	—4·14	—3·68	3·49	3·50
16	—4·38	—3·96	—7·76	—5·42	—4·22	4·14	2·13
17	—5·26	—2·92	—6·36	—7·14	—5·66	4·34	1·88
18	—5·74	—1·98	—7·58	—7·20	—6·24	4·44	2·34
19	—6·36	—2·80	—5·98	—6·66	—5·52	4·59	2·73
20	—3·48	—4·16	—4·92	—7·32	—5·00	4·51	3·14
21	—1·50	—5·96	—4·92	—6·56	—4·96	3·59	4·32
22	—1·18	—6·36	—4·20	—2·30	—6·10	3·85	3·89
23	—2·22	—3·98	—3·30	—2·94	—5·12	3·90	3·64
24	—3·76	—1·42	—4·30	—3·74	—5·74	3·88	4·34
25	—3·54	—2·34	—3·82	—2·66	—5·92	4·23	4·30
26	—2·24	—3·00	—5·52	—2·90	—3·66	3·65	4·44
27	—3·30	—4·26	—6·88	—3·24	—5·92	2·68	4·63
28	—4·76	—5·26	—8·42	—2·34	—4·12	2·61	4·27
29	—2·94	—2·82	—8·44	—4·22	—4·16	3·08	4·00
30	—3·44	—3·48	—6·80	—3·80	—4·28	3·94	3·63
31	—3·20	—5·08	—4·08	—0·62	—4·48	3·32	3·94
Februar							
1	—0·88	—3·36	—3·30	—2·72	—4·90	3·97	4·33
2	—1·38	—2·26	—4·24	—2·98	—4·70	4·57	4·66
3	—3·30	—2·16	—4·32	—2·50	—4·42	3·63	4·28
4	—3·66	—3·08	—5·38	—4·74	—4·06	4·41	4·24
5	—4·32	—2·04	—4·16	—5·00	—2·24	4·74	4·46
6	—4·34	—1·88	—3·68	—3·32	—1·86	4·99	4·18
7	—4·82	—1·00	—4·22	—0·86	—3·04	5·31	3·96
8	—3·28	—1·42	—3·64	—2·60	—3·38	4·69	3·42
9	—2·78	—0·68	—3·84	—2·58	—3·96	4·67	3·51
10	—2·78	—0·50	—4·64	—2·10	—3·52	4·95	3·74
11	—4·02	—0·46	—4·12	—3·28	—3·16	5·06	3·36
12	—3·52	+0·22	—3·90	—2·62	+0·08	5·13	3·78
13	—4·12	—0·40	—4·24	—1·78	—0·96	5·30	3·82

Tag	Klagenfurt					Triest	
	1844 bis 1848	1849 bis 1853	1854 bis 1858	1859 bis 1863	1864 bis 1868	1848 bis 1857	1858 bis 1867
14	—4·72	—1·88	—4·10	—2·80	—3·04	5·25	4·21
15	—2·78	—2·06	—3·74	—4·60	—3·76	4·58	3·34
16	—1·30	—1·68	—3·50	—4·20	—3·94	3·86	4·14
17	—0·16	—0·80	—2·12	—4·54	—2·48	4·62	4·64
18	—1·28	+0·18	—3·20	—3·50	—1·06	4·50	4·68
19	—1·72	—0·28	—4·38	—3·10	—2·16	4·06	4·52
20	—2·48	—0·38	—4·28	—2·88	—3·02	4·17	4·56
21	—3·30	—1·32	—4·58	—1·14	—2·56	4·59	4·89
22	—2·64	—1·24	—2·98	—0·90	—2·46	4·53	4·99
23	—1·30	—1·08	—3·76	+0·34	—0·12	4·54	5·29
24	—2·12	—1·74	—2·90	—0·14	—0·12	4·60	5·01
25	—1·10	—1·46	—3·30	—1·70	—0·86	5·05	4·93
26	+0·04	—0·98	—2·70	—2·60	+0·48	5·35	5·15
27	—0·16	—0·36	—2·70	+0·10	—0·22	4·84	5·23
28	—0·98	—0·20	—2·58	—0·22	—0·22	5·78	5·40
29	—1·06	+0·12	—0·70				
			März				
1	—2·22	+0·24	—0·94	+0·48	+1·16	5·66	6·00
2	—1·48	—0·26	—0·90	+0·38	+0·32	6·06	5·80
3	—0·40	—0·52	—0·10	+0·72	+0·50	5·46	6·22
4	+0·44	—0·38	—0·80	+1·54	+0·10	5·48	5·87
5	—0·80	—0·56	—0·38	+1·34	+1·18	5·72	5·85
6	—0·66	—0·32	—0·02	+2·06	+1·20	6·23	5·89
7	—0·64	+1·00	—1·20	+1·70	+1·46	5·73	6·49
8	—0·20	+1·72	—1·16	+2·44	+2·32	5·90	7·02
9	—1·80	+1·62	+0·02	+0·68	+2·50	5·96	6·80
10	—0·10	+0·66	—0·98	—0·76	+2·32	6·25	6·87
11	+0·08	—0·06	—0·36	—0·10	+1·78	5·83	6·89
12	+0·22	—0·56	—1·64	+0·48	+1·70	5·44	6·73
13	+0·20	+0·38	—2·48	+1·26	+1·34	5·37	6·46
14	+1·36	+0·10	—2·72	+2·24	+1·38	5·80	6·14
15	+1·92	—1·24	—0·22	+2·06	+2·30	5·25	6·75
16	+2·96	—1·16	—0·34	+3·30	+2·54	5·24	7·62
17	+3·06	—0·22	+0·66	+1·90	+1·92	5·41	6·36
18	+2·90	—0·60	+0·60	+2·76	+0·84	5·69	6·76
19	+2·32	—0·80	+0·78	+3·40	+1·56	5·46	7·41
20	+1·90	—0·44	+0·26	+3·82	+1·78	5·28	6·77
21	+1·26	+1·26	+0·74	+3·52	+0·88	5·92	7·12
22	+0·44	+0·48	+1·50	+3·00	+1·68	6·81	7·60
23	+1·32	+1·54	+2·76	+2·32	+2·80	7·12	7·06
24	+2·74	+1·26	+2·76	+3·78	+2·52	7·69	7·19
25	+4·30	+0·66	+2·90	+4·84	+1·98	7·17	8·16
26	+4·42	+0·46	+3·28	+4·16	+3·20	7·26	8·41
27	+4·08	+1·10	+3·36	+5·34	+2·54	6·99	8·76
28	+5·28	+1·58	+3·10	+5·28	+3·06	7·45	9·01
29	+4·50	+2·40	+2·52	+6·82	+1·92	7·90	8·66
30	+3·58	+3·02	+2·52	+6·10	+2·02	8·12	8·47
31	+4·20	+3·10	+3·42	+4·58	+2·24	7·90	7·31

Tag	Klagenfurt					Triest	
	1844 bis 1848	1849 bis 1853	1854 bis 1858	1859 bis 1863	1864 bis 1868	1848 bis 1857	1858 bis 1867
April							
1	5·46	3·50	3·54	3·98	2·70	6·51	8·10
2	6·88	4·84	4·12	4·60	3·14	8·93	8·27
3	6·18	4·68	5·88	6·26	3·76	9·33	9·15
4	5·12	5·20	5·82	7·02	5·36	9·81	9·84
5	4·66	5·44	5·32	8·50	5·20	10·00	10·01
6	4·96	6·28	6·44	8·22	5·34	10·81	10·49
7	5·28	7·04	6·96	8·26	5·10	11·42	10·91
8	6·28	7·44	7·64	7·78	5·70	11·65	11·07
9	6·68	6·68	6·80	7·38	5·08	10·83	10·61
10	6·28	6·14	7·76	6·54	3·78	10·53	10·19
11	5·30	5·86	6·88	7·08	5·24	9·92	10·56
12	7·22	7·02	7·50	7·40	5·86	10·72	11·14
13	7·66	7·00	6·50	6·06	6·44	10·27	11·25
14	7·70	6·15	6·46	5·90	6·82	10·18	10·31
15	6·48	6·68	7·92	5·36	6·92	10·34	10·79
16	6·66	4·92	7·66	4·42	5·74	10·69	10·84
17	7·54	4·90	9·20	5·26	7·32	10·52	10·27
18	6·80	6·12	8·54	6·26	8·14	11·29	10·83
19	7·14	4·96	8·28	6·94	9·40	11·44	11·52
20	7·42	6·46	8·96	6·68	9·82	11·40	11·50
21	8·00	6·52	9·70	7·32	7·90	11·65	11·54
22	7·68	6·90	7·44	7·82	6·98	11·09	11·07
23	9·56	7·90	6·42	7·82	7·48	11·25	11·41
24	9·58	8·04	7·30	6·28	8·84	10·84	11·63
25	9·38	8·72	5·96	7·68	9·52	10·56	12·18
26	9·42	7·98	6·22	9·58	10·84	10·96	12·54
27	7·62	7·10	7·86	9·42	11·66	11·32	13·08
28	8·28	8·20	7·64	10·10	11·52	11·33	13·40
29	8·22	7·56	7·82	8·04	10·84	11·52	13·18
30	7·00	7·42	7·62	7·96	10·24	11·77	12·84
Mai							
1	7·16	8·26	9·28	8·52	8·94	12·20	13·09
2	8·00	6·94	8·50	9·12	8·98	11·83	12·38
3	8·96	6·96	7·72	9·14	10·02	11·53	12·69
4	8·60	8·40	8·24	8·08	9·82	11·66	12·40
5	8·60	8·88	8·34	9·00	11·08	12·30	12·09
6	9·22	7·22	8·14	8·52	10·66	11·65	13·18
7	8·80	9·00	8·98	9·28	11·58	12·23	13·54
8	10·44	9·48	8·84	10·52	12·48	13·11	13·77
9	11·20	8·94	8·48	11·00	14·00	13·51	14·53
10	11·04	9·90	9·88	11·66	13·36	13·41	14·87
11	11·24	10·90	10·24	12·00	12·30	14·45	14·74
12	12·02	10·32	9·32	11·90	11·80	14·04	14·61
13	11·92	10·80	10·00	12·48	10·96	14·80	14·49
14	11·60	10·48	9·58	10·94	11·98	14·62	15·12

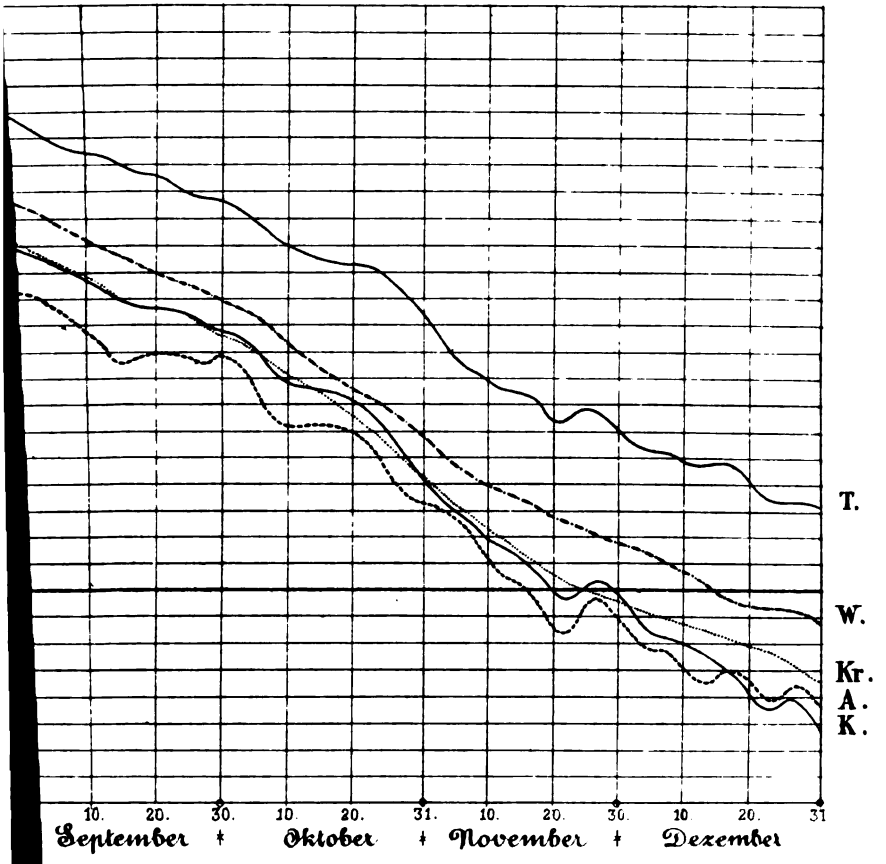
Tag	Klagenfurt					Triest	
	1844 bis 1848	1849 bis 1853	1854 bis 1858	1859 bis 1863	1864 bis 1868	1848 bis 1857	1858 bis 1867
15	10·92	8·76	11·14	11·12	11·58	14·39	15·30
16	11·26	10·64	11·76	12·06	11·16	14·71	15·50
17	10·84	10·44	10·60	12·36	10·88	14·48	15·11
18	11·58	10·00	11·00	11·42	11·26	14·51	15·35
19	12·02	11·36	12·00	11·70	11·60	14·94	15·24
20	11·64	10·10	10·76	11·76	11·42	14·92	14·96
21	11·06	10·48	11·62	12·64	11·74	14·82	15·38
22	11·88	10·92	12·90	12·68	11·06	15·19	15·51
23	12·90	12·14	12·18	12·58	10·30	15·34	15·16
24	13·88	12·82	11·22	12·82	9·78	15·54	14·84
25	14·48	12·96	12·08	13·04	9·82	16·22	14·93
26	12·84	12·66	12·00	11·94	11·46	16·15	15·05
27	12·58	13·40	13·00	11·76	13·06	17·26	14·57
28	11·96	13·98	13·52	12·74	14·06	17·53	15·71
29	13·00	12·30	13·60	12·82	14·92	17·55	15·96
30	11·64	12·14	13·80	14·10	15·28	17·00	16·47
31	11·40	11·96	13·52	13·86	15·78	16·51	16·94
				Juni			
1	12·08	11·94	13·82	13·62	15·24	16·38	17·47
2	12·70	12·82	11·26	13·72	16·22	17·10	17·62
3	12·46	13·18	14·00	13·90	15·32	17·48	17·86
4	13·02	13·96	15·06	13·32	14·44	17·93	18·06
5	13·64	13·96	15·02	13·62	13·14	18·58	17·97
6	13·86	14·28	13·68	13·62	13·64	18·61	17·66
7	13·82	14·48	15·22	13·22	15·16	18·35	18·07
8	13·84	15·10	13·52	14·02	13·66	18·60	18·45
9	12·90	13·92	15·06	15·06	13·26	18·18	18·03
10	12·96	13·78	13·32	14·28	13·96	17·63	18·26
11	14·26	14·04	14·32	13·88	13·68	18·21	17·97
12	14·36	13·84	14·62	13·32	14·40	18·52	18·12
13	14·52	14·28	14·26	13·70	14·70	18·44	18·43
14	14·46	13·16	13·80	13·98	15·02	18·10	18·87
15	15·64	12·88	14·16	12·90	12·76	18·15	17·94
16	15·32	12·90	15·94	12·68	12·28	18·86	17·68
17	15·72	14·06	15·36	13·52	10·64	19·11	17·01
18	16·20	13·24	15·08	12·86	11·58	18·52	16·64
19	15·06	11·24	15·14	12·32	13·44	17·50	17·07
20	14·38	13·30	15·60	13·70	14·28	17·91	17·82
21	14·18	14·84	13·56	14·86	15·10	18·35	18·39
22	16·36	15·02	11·52	14·72	15·22	18·00	18·07
23	14·74	15·82	12·54	14·82	15·30	18·63	18·52
24	14·48	15·34	12·86	15·30	14·86	18·90	18·76
25	14·66	14·48	12·66	14·86	14·80	18·88	18·85
26	13·08	15·40	13·54	16·10	15·22	18·68	18·94
27	13·64	15·22	15·26	15·82	15·02	19·81	19·39
28	14·60	15·80	15·82	14·58	13·96	20·34	18·57
29	13·64	16·34	15·58	15·02	14·42	20·47	18·00
30	15·14	15·58	15·72	13·04	13·00	20·32	17·40

Tag	Klagenfurt					Triest	
	1844 bis 1848	1849 bis 1853	1854 bis 1858	1859 bis 1863	1864 bis 1868	1848 bis 1857	1858 bis 1867
Juli							
1	16·40	15·44	13·90	13·86	13·60	20·31	17·50
2	13·86	12·94	13·74	14·70	13·88	18·43	18·13
3	13·82	14·02	13·16	15·18	13·32	18·37	18·67
4	15·10	14·94	14·46	15·22	13·54	19·11	18·53
5	16·32	16·50	14·50	15·52	14·86	19·95	19·24
6	16·82	13·92	15·30	15·92	14·88	19·82	19·68
7	16·24	14·82	13·96	14·62	13·48	19·86	19·34
8	16·44	14·94	13·96	14·62	13·40	19·62	18·32
9	17·28	14·68	14·16	14·42	13·22	19·48	18·55
10	16·44	16·06	12·82	14·28	14·76	19·59	18·59
11	15·50	12·70	12·90	13·36	14·96	18·93	18·14
12	14·38	13·58	13·54	14·26	15·92	18·63	18·56
13	14·72	13·94	13·54	14·68	14·44	18·51	19·06
14	15·84	15·94	15·36	15·62	15·46	19·36	19·40
15	14·38	14·86	16·92	16·62	16·88	19·06	19·99
16	13·98	14·90	16·48	16·14	16·80	19·36	20·28
17	13·96	16·66	15·88	15·16	16·76	20·47	20·34
18	14·66	17·44	16·30	15·90	16·34	20·00	20·84
19	14·78	15·24	17·78	15·50	16·78	20·20	20·85
20	14·60	13·84	16·60	16·46	15·18	19·55	20·09
21	14·12	14·22	15·80	16·28	16·18	19·67	20·48
22	14·92	15·20	14·70	16·28	17·38	20·16	20·24
23	15·64	14·62	15·74	16·56	16·84	20·19	20·31
24	17·16	15·94	17·26	15·78	16·64	20·62	20·33
25	17·04	16·32	17·84	13·60	16·64	20·87	19·45
26	15·48	14·62	15·96	14·10	16·26	20·23	19·39
27	13·80	14·46	15·58	13·46	16·12	19·99	19·61
28	14·88	14·98	14·98	14·76	15·18	20·36	19·95
29	15·40	14·98	15·62	15·14	15·16	20·42	19·08
30	14·60	14·46	16·00	15·20	14·90	20·41	19·25
31	14·64	14·80	16·00	14·34	14·98	20·00	19·61
August							
1	14·62	15·04	16·66	15·68	15·00	20·13	19·94
2	14·50	15·26	16·50	15·78	15·32	20·15	20·03
3	15·30	14·18	16·36	15·76	13·50	20·01	19·31
4	15·50	15·04	16·58	15·48	14·68	20·62	19·57
5	14·06	14·82	14·70	16·86	14·46	20·27	20·12
6	14·44	14·36	14·80	17·44	13·60	19·61	19·68
7	14·86	14·52	15·04	16·88	13·96	19·86	19·90
8	14·54	13·92	14·66	16·52	14·60	19·74	19·74
9	15·16	14·22	14·42	17·26	15·24	19·49	19·93
10	13·36	13·34	14·66	16·48	15·32	19·60	20·22
11	12·62	14·08	14·32	15·96	14·26	19·72	19·12
12	13·82	14·54	14·38	16·76	14·40	19·83	19·91
13	14·36	14·38	13·98	16·24	15·12	19·82	19·72
14	14·26	14·98	15·56	16·66	13·66	20·40	19·88

Tag	Klagenfurt					Triest	
	1844 bis 1848	1849 bis 1853	1854 bis 1858	1859 bis 1863	1864 bis 1868	1848 bis 1857	1858 bis 1867
15	13·12	14·86	14·84	16·84	13·58	20·24	19·98
16	12·44	14·94	15·50	16·96	15·34	20·41	19·94
17	13·40	14·50	14·30	15·86	15·48	19·58	19·61
18	14·28	13·50	12·56	14·70	13·54	18·99	19·40
19	13·30	12·26	12·64	13·26	14·28	18·22	18·41
20	13·68	12·74	13·38	13·70	14·46	17·97	18·45
21	13·64	13·96	13·84	12·68	14·30	18·47	18·50
22	13·04	14·50	14·10	12·34	14·76	19·21	17·99
23	14·34	14·04	13·98	12·82	14·66	19·50	18·24
24	13·10	14·76	13·56	13·06	13·42	19·36	18·89
25	12·54	14·26	12·96	13·58	13·36	18·52	18·22
26	11·86	13·46	13·22	13·46	13·24	17·67	18·02
27	12·88	13·86	12·90	13·92	13·18	18·68	18·28
28	13·10	14·34	13·08	14·50	13·60	19·01	17·93
29	12·78	13·18	13·18	14·30	13·40	18·62	17·93
30	13·24	12·30	13·56	14·72	12·82	18·40	18·13
31	13·22	12·70	13·04	14·34	12·48	17·98	17·93
	September						
1	12·64	12·36	13·28	14·42	13·16	18·70	18·10
2	11·06	12·04	13·22	14·12	13·58	17·65	18·32
3	11·44	10·96	11·12	14·78	12·88	16·57	18·42
4	12·02	11·40	11·34	14·88	13·40	16·34	18·02
5	11·48	11·18	11·82	13·64	13·72	16·16	18·05
6	11·52	11·58	12·24	12·26	14·48	16·57	17·66
7	11·56	10·92	12·90	11·34	14·70	16·27	17·23
8	12·06	9·82	11·52	10·94	14·44	15·64	16·95
9	12·60	9·56	11·36	11·48	14·02	15·35	17·30
10	13·34	8·72	12·28	11·96	14·26	15·70	17·90
11	13·06	10·42	11·38	9·88	14·04	16·03	17·39
12	11·72	10·72	10·82	10·12	12·54	15·64	16·44
13	11·44	8·44	11·52	9·24	11·32	15·38	16·14
14	10·92	9·12	11·30	9·62	11·36	15·25	15·67
15	9·92	10·34	11·30	10·34	11·88	15·47	16·17
16	9·32	11·02	11·02	10·52	12·00	15·11	16·92
17	9·82	9·80	11·74	10·78	12·22	15·41	16·17
18	11·28	9·40	12·94	10·38	11·82	15·52	15·93
19	10·02	9·78	12·52	10·10	11·58	15·52	15·86
20	10·24	9·98	10·50	9·80	11·52	14·99	15·53
21	10·24	9·90	10·44	10·58	11·80	14·86	15·97
22	11·20	10·12	9·80	10·44	12·44	15·24	15·65
23	11·52	9·76	8·36	9·56	11·84	14·41	15·66
24	11·54	9·64	9·04	11·36	11·56	14·10	15·92
25	10·94	9·50	9·38	12·40	10·14	14·75	15·55
26	10·50	9·92	8·38	12·14	9·54	14·64	15·51
27	10·28	9·00	8·98	11·50	9·00	14·11	14·90
28	9·30	9·90	9·66	11·50	8·40	14·73	14·51
29	9·84	9·24	10·08	10·88	8·72	14·42	14·65
30	9·94	9·50	10·14	11·34	9·70	14·85	15·16

Tag	Klagenfurt					Triest	
	1844 bis 1848	1849 bis 1853	1854 bis 1858	1859 bis 1863	1864 bis 1868	1848 bis 1857	1858 bis 1867
October							
1	9·22	9·70	10·60	10·68	9·50	15·11	15·01
2	9·88	10·68	9·94	9·54	9·24	14·96	14·89
3	9·84	7·56	9·92	9·76	9·26	13·81	14·36
4	10·18	8·10	10·02	10·32	8·12	13·91	13·98
5	10·52	7·48	10·24	9·64	6·18	13·93	13·19
6	11·26	8·40	10·10	9·84	6·38	14·02	13·52
7	10·40	8·00	9·92	9·82	5·64	14·20	13·17
8	9·50	7·94	9·34	9·64	5·74	14·25	13·00
9	8·92	7·48	8·10	9·04	6·32	13·68	12·77
10	8·66	7·38	7·22	7·36	6·68	13·29	12·83
11	8·68	7·44	8·22	7·84	6·40	12·97	12·84
12	8·34	6·66	8·88	8·56	6·78	12·34	12·77
13	7·98	5·88	7·16	8·30	6·58	12·10	12·50
14	7·46	6·42	8·22	8·36	6·90	12·34	13·06
15	7·38	6·80	8·56	8·58	6·60	13·05	12·71
16	7·78	7·46	8·30	8·08	5·58	12·87	11·92
17	7·36	6·62	8·20	8·18	5·24	12·86	12·04
18	7·12	6·64	8·76	7·42	5·60	12·56	12·01
19	8·42	6·28	8·68	7·58	7·68	12·92	12·30
20	8·76	5·94	8·62	6·68	7·12	12·77	12·12
21	7·98	6·14	8·56	5·96	6·86	12·71	11·99
22	6·42	5·82	7·00	6·72	7·34	12·08	12·19
23	5·80	5·82	8·08	6·28	7·38	12·59	12·25
24	5·74	5·58	7·66	6·32	6·54	12·55	12·05
25	6·32	6·06	7·42	4·64	6·08	12·18	11·79
26	6·48	4·40	6·64	4·36	6·46	11·85	11·02
27	5·64	4·66	6·44	3·46	6·44	11·07	10·85
28	6·22	4·84	6·22	2·94	4·80	11·38	10·84
29	6·32	3·72	4·68	3·92	3·78	10·94	10·46
30	5·52	4·38	4·30	5·42	2·96	10·94	10·12
31	5·52	4·72	2·74	5·52	4·26	10·90	10·10
November							
1	4·54	4·46	2·84	6·62	4·72	10·58	10·18
2	3·64	4·58	2·50	4·78	4·06	10·37	9·93
3	3·52	4·40	1·64	3·30	4·36	10·14	9·08
4	2·74	4·00	1·46	2·72	3·28	9·48	8·24
5	1·98	3·36	1·52	3·06	3·96	9·08	8·38
6	2·04	3·62	1·44	3·30	3·86	8·71	8·14
7	2·58	3·46	1·20	3·22	2·34	8·91	7·34
8	2·92	3·76	1·58	4·18	2·18	9·27	7·66
9	3·02	3·58	0·26	4·06	3·06	8·99	7·71
10	2·82	2·46	—0·98	2·54	1·74	8·60	6·92
11	2·30	2·86	—1·12	1·50	0·94	8·42	6·77
12	1·80	2·14	—1·08	2·04	1·12	7·99	6·28
13	2·36	0·82	—2·72	2·16	1·34	7·03	7·61
14	1·66	1·36	—2·70	2·44	1·62	7·03	7·81

ınd Árvaváralja.



A d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei

Tag	Klagenfurt					Triest	
	1844 bis 1848	1849 bis 1853	1854 bis 1858	1859 bis 1863	1864 bis 1868	1848 bis 1857	1858 bis 1867
15	1·36	1·40	—0·88	2·42	0·82	7·28	8·08
16	1·36	1·04	—0·38	2·86	2·02	6·95	7·99
17	1·16	2·28	+0·50	2·22	1·52	7·62	8·15
18	0·12	1·62	+0·16	0·86	—0·12	6·89	6·90
19	0·64	0·28	+0·02	—0·64	—0·52	6·64	6·39
20	0·04	1·02	—0·96	—1·60	—1·18	6·76	5·67
21	0·30	0·30	—1·70	—1·68	—2·24	6·05	5·23
22	0·80	0·32	—1·66	—1·66	—1·50	5·95	5·40
23	0·48	0·34	—1·50	—0·86	—0·72	6·74	6·13
24	0·80	0·80	—1·04	—0·20	+0·04	7·72	6·44
25	0·92	1·72	+1·00	—0·06	+0·44	8·07	6·73
26	0·30	0·46	+0·26	+0·46	+2·00	6·84	7·07
27	0·14	—0·74	+0·42	+1·62	+0·78	5·71	7·50
28	—0·32	—1·32	—0·64	+2·50	+0·96	5·68	7·60
29	—0·68	—1·80	—0·36	+1·96	+0·52	5·38	7·36
30	—0·60	—1·52	—0·26	+0·66	+0·70	6·58	6·79
				December			
1	+0·12	—0·44	—0·20	—0·10	+1·12	5·72	6·39
2	—0·70	+0·32	—2·32	—0·46	+1·56	5·87	5·97
3	—0·06	—0·56	—4·24	—1·40	—0·30	4·64	5·45
4	—0·90	—1·72	—4·84	—1·84	—1·10	4·52	5·29
5	—2·64	—2·56	—3·60	—2·84	—1·06	4·89	4·66
6	—2·36	—2·86	—1·42	—0·96	—0·98	6·06	4·55
7	—1·58	—2·38	—1·14	—3·32	—1·72	6·40	4·75
8	—1·00	—2·06	—1·46	—2·62	—0·02	5·72	5·28
9	—1·64	—1·76	—2·32	—2·50	—2·00	5·33	4·68
10	—1·72	—1·42	—2·72	0·00	—4·02	4·79	4·27
11	—2·58	—1·92	—3·06	—1·62	—4·34	4·80	4·49
12	—2·64	—2·82	—3·68	—1·22	—1·88	4·46	4·75
13	—3·36	—3·22	—2·96	—0·26	—2·98	4·88	4·56
14	—3·94	—2·82	—3·62	—2·06	—3·82	4·76	4·15
15	—3·82	—3·12	—3·80	—2·90	—3·92	5·15	4·14
16	—4·40	—1·40	—4·30	—2·98	—1·64	6·08	3·94
17	—3·60	—1·34	—4·30	—3·46	—1·38	6·03	4·21
18	—4·10	—1·66	—5·12	—4·12	—1·56	5·52	3·96
19	—4·46	—3·60	—6·44	—2·04	—0·82	4·89	4·43
20	—4·76	—3·30	—6·20	—3·28	—2·00	4·21	3·53
21	—6·28	—2·70	—7·34	—7·14	—2·54	3·28	3·08
22	—3·20	—2·40	—6·02	—7·64	—4·26	3·85	2·89
23	—2·40	—3·24	—4·24	—9·62	—4·60	3·98	2·78
24	—3·68	—4·32	—3·32	—9·20	—4·68	3·80	2·67
25	—4·38	—5·70	—0·76	—6·38	—4·08	3·41	3·40
26	—4·26	—5·76	+0·06	—3·30	—4·24	3·65	3·83
27	—5·40	—6·28	—0·80	—1·90	—3·34	3·71	4·39
28	—6·30	—5·98	—3·46	—2·96	—2·64	2·82	4·20
29	—5·16	—4·98	—5·54	—5·36	—3·12	2·19	3·78
30	—4·44	—7·52	—6·92	—4·78	—2·24	2·02	4·32
31	—4·80	—7·24	—6·98	—3·42	—2·56	2·71	3·98

Über die Bahn des Hind'schen Cometen vom Jahre 1847.

(1847 I.)

Von **Karl Kornstein**,

Director der Prager Sternwarte, corresp. Mitgliede d. k. Akad. d. Wissenschaften.

Im XII. Bande dieser Sitzungsberichte (März 1854) habe ich die Olbers'sche Methode zur Bestimmung der Elemente einer parabolischen Bahn auf beliebige, der Parabel sehr nahe liegende Kegelschnitte ausgedehnt und ist diese Erweiterung der schönen Arbeit von Olbers seither auch in das ausgezeichnete Werk von Prof. Watson in Ann. Arbour: Theoretical Astronomy etc. aufgenommen worden. Als Beispiel einer Anwendung wählte ich die Bahn des Hind'schen Cometen vom Jahre 1847 (1847 I). Bei dieser Rechnung hatte ich die von Hind gemachten Beobachtungen nach dessen vorläufiger Mittheilung in den astronomischen Nachrichten angenommen, da mir die späteren, genaueren Angaben (Astron. Observ. South Villa etc.) eben nicht zu Gebote standen. Im Jahre 1859 habe ich möglichst genaue Positionen der Vergleichsterne zu den Hind'schen Beobachtungen abzuleiten gesucht, zu welchem Ende die aus den Sternkatalogen nicht, oder nicht genügend genau zu erhaltenden Positionen von den Herren: Dr. Allé und Dr. Weiß theils am Meridiankreise, theils am Refractor der Wiener Sternwarte neu bestimmt wurden. Mit Zuziehung dieser verbesserten Daten und aller übrigen Beobachtungen des Cometen wurde die Ableitung der definitiven Elemente begonnen, blieb aber unvollendet. In den letzten Tagen habe ich diese im Jahre 1859 begonnene Arbeit zu Ende geführt. Die Kleinheit der schließlich erhaltenen Correctionen der Elemente beweist die vortreffliche Anwendbarkeit der oben erwähnten Erweiterung der Olbers'schen Methode.

Die Originalbeobachtungen von Hind sind folgende:

Nr.	1847	Mittlere Greenwich. Zeit	Δα	Δδ	Vergl. Stern	Zahl d. Vergl.
1	Febr. 6	9ʰ 16ᵐ 58ˢ	−0ᵐ 44ˢ·02	− 3′ 35″	α	..
2	6	9 37 23	−0 34·38	.. ..	α	..
3	6	10 17 47	−0 25·90	.. ..	α	..
4	6	10 44 25	−0 14·50	− 5 26	α	..
5	6	10 50 39	−0 11·33	.. ..	α	..
6	7	7 48 6	+1 43·17	+ 0 52·9	β	6
7	8	11 22 28	−1 58.17	− 4 14	γ	..
8	8	11 22 28	−2 8·5	+ 6 38	δ	..
9	8	12 6 7	−1 42...	− 5 50·4	γ	..
10	11	8 26 50	0 0	0 0	ε	..
11	11	8 14 33	−0 5·96	+ 0 22·3	ε	..
12	15	7 34 4	+0 19·17	+ 3 14·1	ζ	..
13	15	8 2 25	−1 28·75	−14 36·0	η	..
14	15	12 21 0	+4 8·45	+11 42·0	9	4
15	15	12 21 0	+1 33·88	.. ..	ζ	4
16	16	14 50 50	+1 23·23	+ 2 34·4	ι	4
17	19	7 43 8	+4 15·73	−10 49·9	κ	6
18	23	10 26 32	−1 26·65	+11 24·8	λ	4
19	23	13 57 40	−0 44·86	+ 3 41·2	λ	..
20	24	8 5 39	+0 13·22	−13 36·7	μ	11
21	26	7 44 16	−0 55·95	+ 1 7·2	ν	8
22	27	7 32 14	−0 44·57	+ 0 5.5	ο	2, 1
23	27	7 55 7	−0 41·07	− 0 53·5	ο	7, 2
24	27	7 47 37	−0 31·30	− 1 22·3	π	6
25	28	10 5 58	+0 11·33	+ 0 57·2	ρ	6
26	März 1	10 26 11	+0 4·83	+ 3 0·0	σ	8
27	3	10 11 19	−3 55·20	− 8 20·2	τ	4
28	3	10 11 19	−3 46·04	+10 7·4	υ	4, 3
29	9	7 6 37	−1 54·30	+ 2 8·5	φ	3
30	12	7 8 56	+1 23·10	+ 2 37·8	χ	5
31	12	7 8 56	+0 19·90	... ...	ψ	5
32	14	7 34 27	−4 23·40	−14 33·9	ω	..
33	15	7 14 0	−3 13·03	+ 9 49·6	αα	6, 2
34	16	7 17 26	+3 11·90	... ...	ββ	2
35	16	7 17 26	+4 19·45	... ...	γγ	2
36	16	7 26 4	... ...	− 2 53·1	ββ	1
37	16	7 26 4	... ...	+ 4 37·6	γγ	1

Die mittleren Positionen der Vergleichsterne für 1847·0 wurden angenommen, wie folgt:

Vergl.-Stern	Rectascension	Declination	Quellen
α	21ʰ 9ᵐ55ˢ·60	+71°29'40"·5	Arg. Z. Cat. 21919.
β	21 15 35·75	70 54 29·8	3 Wien. Mer. B.
γ	21 28 48·97	70 19 27·7	Arg. Z. Cat. 22468; 22469.
δ	21 28 59·29	70 8 50·2	Arg. Z. C. 22470, 22471 (1); Groombr. 3503 (6).
ε	.. ..	.. ..	[1]) .. ..
ζ	.. ..	.. ..	[2]) .. ..
η	22 17 12·13	65 56 4·9	Struve 2709 (pr), (8); Rü. 10193 (4); Johnson VI(2), IX(0, 2), XII(2), XIII(1).
ϑ	22 12 42·47	65 21 52·8	Fed. 4097(1); Rü. 10103(5); J. I(0, 3), III(2, 0) VI(2, 0), VII(0, 1), XIII(0, 1).
ι	22 22 12·16	64 41 14·4	Arg. Z. C. 24134.
κ	22 34 30·50	62 46 56·7	Arg. Z. C. 24509.
λ	23 0 43·60	58 54 3·7	Fed. 4380(1); Gr. 3990(5); J. III(2, 0), IV(0, 2), VII(2, 1), XIV(0, 1).
μ	23 3 12·56	58 30 12·2	Mü. (Br. 3071) 2 ε Cassiop.
ν	23 12 58·59	56 24 26·1	Arg. Z. C. 25430 (2); L. 45726 (1); Rü. 11036 (2).
ο	23 16 53·26	55 28 8·1	Arg. Z. C. 25524 (1); Rü. 11127(1); 4 Wiener Mer. B.
π	23 16 43·05	55 29 0·3	2 Wiener Mer. B.
ρ	23 20 23·18	54 21 32·3	3 „ „ „
σ	23 24 25·52	53 17 51·7	4 „ „ „; 1 Wiener Refract. B.

[1]) ε ist ein kleiner Stern der 11. Größe, dessen Position in keinem Sternkataloge vorkommt. Hind hat ihn durch 3 Messungen mit Arg. Z. 29 Nr. 54 = Struve 2638 verbunden. Für Letzteren erhält man nach Struve:

1847·0 : 21ʰ45ᵐ4ˢ·88 +68°36' 59"·2
Red. —1·99 +8·7
Scheinb. Ort 21 45 2·89 +68 37 7·9

Fügt man zu dieser Position die von Hind gemessene scheinbare Rectasc.- und Decl.- Differenz mit Stern ε hinzu, nämlich: +3ᵐ56ˢ·7 —9'7"·4; so findet man für Stern ε:

Scheinb. Ort 21ʰ 48 59·59 +68° 28 0·5.
10. u. 11. Febr.

[2]) ζ von Hind angegeben: Scheinb. Ort 22ʰ15 18·12 +65°39 12·3.

Vergl.-Stern	Rectascension	Declination	Quellen
τ	23ʰ 35ᵐ 45ˢ·94	51° 23' 56"·7	Arg. Z. C. 25956, 25957 (2); L. 46491 (1).
υ	23 35 37·78	51 5 28·2	Arg. Z. C. 25954 (1); L. 46486, 46487 (1).
φ	23 52 55·97	44 24 4·3	Gr. 4194 (5); J. III (0, 1), V (1,0), VI (2, 0), VIII (0,1).
χ	23 58 6·81	40 26 4·9	1 Wien. Refr. B.
ψ	23 59 10·95	40 19 23·4	„ „ „ „
ω	0 9 6·74	37 49 54·8	Mä. (Br. 9) 24 θ Androm.
αα	0 10 20·79	35 56 12·3	Mä. (Br. 12) 25 σ Androm.
ββ	0 6 16·21	34 34 1·3	L. 147 (1); B. Z. 439 (2).
γγ	0 5 8·70	+34 26 39·0	L. 101 (1); B. Z. 439 (2).

Mittelst der hier angeführten Orte der Vergleichsterne und der oben zusammengestellten Rectascensions- und Declinations-Differenzen dieser Sterne mit dem Cometen nach Hind's Beobachtungen erhält man nachstehende (scheinbare) Cometenpositionen, denen auch die beiden Tagbeobachtungen von Hind am 30. März, dem Tage des Periheldurchganges, beigefügt sind.

Nr.	1847.	Mittlere Greenwicher Zeit	Scheinbare Rectascension	Scheinbare Declination
1	Februar 6	9ʰ 16ᵐ 58ˢ	21ʰ 9ᵐ 8ˢ·85	+71° 26' 14"·0
2	6	9 37 23	21 9 18·49	.. .. ..
3	6	10 17 47	21 9 26·97	.. .. .
4	6	10 44 25	21 9 38·37	71 24 23·0
5	6	10 50 39	21 9 41·54	.. .. ..
6	7	7 48 6	21 17 16·34	70 55 31·1
7	8	11 22 28	21 26 48·44	70 15 22·6
8	8	11 22 28	21 26 48·45	70 15 37·1
9	8	12 6 7	21 27 4·61	70 13 46·2
10	11	8 26 50	21 48 59·59	68 28 0·5
11	11	8 14 33	21 48 53·63	68 28 22·8
12	15	7 34 4	22 15 37·29	65 42 26·4
13	15	8 2 25	22 15 41·91	65 41 37·8
14	15	12 21 0	22 16 49·47	65 33 43·4
15	15	12 21 0	22 16 52·00	.. .. ..
16	16	14 50 55	22 23 34·06	64 43 57·5
17	19	7 43 8	22 38 45·11	62 36 15·0
18	23	10 26 32	22 59 16·18	59 5 36·0
19	23	13 57 40	22 59 57·97	58 57 52·4

Nr.	1847.		Mittlere Greenwicher Zeit	Scheinbare Rectascension	Scheinbare Declination
20	Februar	24	8h 5m39s	23h 2m25s·04	58°16'42"·8
21		26	7 44 16	23 12 2·02	56 25 40·0
22		27	7 32 14	23 16 8·12	55 28 20·1
23		27	7 55 7	23 16 11·62	55 27 21·1
24		27	7 47 37	23 16 11·18	55 27 44·5
25		28	10 5 58	23 20 33·99	54 22 35·6
26	März	1	10 26 11	23 24 29·87	53 20 57·6
27		3	10 11 19	23 31 50·35	51 15 41·9
28		3	10 11 19	23 31 51·36	51 15 40·9
29		9	7 6 37	23 51 1·45	44 26 16·1
30		12	7 8 56	23 59 29·74	40 28 44·9
31		12	7 8 56	23 59 30·69	.. .. ..
32		14	7 34 27	0 4 43·22	37 35 22·6
33		15	7 14 0	0 7 7·65	36 6 3·1
34		16	7 17 26	0 9 28·00	.. .. ..
35		16	7 17 26	0 9 28·04	.. .. ..
36		16	7 26 4	.. ..	34 31 9·1
37		16	7 26 24	.. ..	34 31 17·6
38		30	1 23 40	0 30 9·81	1 48 42
39		30	1 55 8	0 30 15·74	+1 45 21

Bemerkungen zu den vorhergehenden Beobachtungen:

Februar 8. Die beiden Positionen Nr. 7 und 8 sind bei Vergleichung mit der Ephemeride und bei Ableitung der Normalorte in ein Mittel zusammengezogen. Nr. 9 ist sehr eilig in Intervallen während Schneegestöbers angestellt, die Rectascension überdieß noch aus einem anderen Grunde unsicher (Astron. Observ. South Villa pag. 221). Daher wurde die Beobachtung zwar verglichen, aber bei der Bildung der Normalorte weggelassen.

Februar 9. In den Astron. Nachr. gibt Hind folgende Position des Cometen:

Mittl. Greenw. Zeit	Sch. AR.	Sch. Decl.
12h7m0s	323°46'18"	+69°37'46".

Im Tagebuche ist sie nicht aufgeführt. Ich habe sie verglichen, aber bei Ableitung der Normalorte weggelassen.

Februar. 10. In den Astron. Nachr. findet sich noch folgende Beobachtung:

Mittl. Greenw. Zeit	Sch. AR.	Sch. Decl.
8h57m24s	325°25'25"	+69°5'49".

Von dieser Beobachtung gilt dasselbe, wie von der vorhergehenden.

Februar 11. Die unter Nr. 10 angeführte Position ist eigentlich die Beobachtung der centralen Bedeckung eines kleinen Sternes durch den Cometen und im Tagebuche als etwas unsicher bemerkt. Ich habe ihr also nur das Gewicht ½ beigelegt.

Um die sämmtlichen Beobachtungen des Cometen, welche, mit Ausnahme der Londoner, den astronomischen Nachrichten und den Comptes rendus der Pariser Akademie entlehnt wurden, mit einer sehr genäherten Bahn vergleichen zu können, wählte ich meine oben erwähnten elliptischen Elemente (1854 Märzheft der Sitzb.), nämlich:

Zeit des Perihels	1847 März 30·32157 mitt. Berl. Zeit.
Logarithmus der Periheldistanz . .	8·6293024
Logar. der halben großen Axe . . .	2·6894341
Excentricität	0·99991293004
Länge des Perihels	276° 2'21"7 } Mittl. Äq.
Länge des aufsteig. Knotens . . .	21 41 52·2 } 1847·0
Neigung	48 38 49·7.

Mit diesen Elementen, welche als osculirende für den Tag des Perihels angenommen wurden, berechnete ich eine genaue Ephemeride über die ganze Dauer der Sichtbarkeit, wobei auf die Störungen, welche von Seite der Planeten ☿ ♀ ♁ ♂ und ♃ auf den Cometen ausgeübt wurden, Rücksicht genommen ist.

Ephemeride des Cometen.

Datum	Berliner Zeit	Scheinbare Rectascension	Scheinbare Declination	Entfernung von d. Sonne	Entfernung von d. Erde
Februar 6	0ʰ	316°22'24"5	+71°39'53"7	0·17527	0·06878
7		318 34 8·9	71 7 21·7		
8		320 40 53·7	70 33 21·6	0·16368	0·06079
9		322 42 47·5	69 57 56·2		
10		324 39 59·9	69 21 8·3	0·15161	0·05289
11		326 32 40·9	68 43 0·3		
12		328 21 0·9	68 3 34·5	0·13903	0·04508
13		330 5 11·0	67 22 52·8		
14		331 45 21·9	66 40 57·1	0·12588	0·03736
15		333 21 44·9	65 57 48·9		
16		334 54 31·2	65 13 29·4	0·11211	0·02973
17		336 23 51·1	64 27 59·5		
18		337 49 54·1	63 41 19·8	0·09766	0·02218
19		339 12 50·0	62 53 31·0		

Datum		Berliner Zeit	Scheinbare Rectascension	Scheinbare Declination	Entfernung von d. Sonne	Entfernung von d. Erde
Februar	20	0h	340°32'48"6	+62° 4'32"9	0·08246	0·01471
	21		341 49 58·3	61 14 25·2		
	22		343 4 27·2	60 23 7·6	0·06642	0·00731
	23		344 16 23·4	59 30 39·4		
	24		345 25 54·0	58 36 59·4	0·04946	9·99999
	25		346 33 5·6	57 42 6·1		
	26		347 38 5·0	56 45 57·7	0·03146	9·99274
	27		348 40 58·1	55 48 32·2		
	28		349 41 50·4	54 49 47·1	0·01229	9·98556
März	1		350 40 47·0	53 49 39·7		
	2		351 37 52·5	52 48 6·5	9·99177	9·97846
	3		352 33 11·2	51 45 3·9		
	4		353 26 46·9	50 40 28·0	9·96971	9·97145
	5		354 18 43·0	49 34 14·0		
	6		355 9 2·8	48 26 16·4	9·94586	9·96456
	7		355 57 48·9	47 16 29·5		
	8		356 45 3·9	46 4 47·3	9·91991	9·95781
	9		357 30 49·6	44 51 2·1		
	10		358 15 7·2	43 35 6·0	9·89145	9·95125
	11		358 57 57·9	42 16 49·7		
	12		359 39 22·6	40 56 3·8	9·85995	9·94494
	13		0 19 21·5	39 32 36·7		
	14		0 57 54·5	38 6 15·8	9·82469	9·93898
	15		1 35 0·7	36 36 47·2		
	16		2 10 39·5	35 3 55·2	9·78465	9·93352
	17		2 44 48·5	33 27 21·7	9·76241	9·93105
	18		3 17 25·3	31 46 46·4	9·73837	9·92880
	19		3 48 26·6	30 1 45·9	9·71222	9·92681
	20		4 17 48·3	28 11 53·2	9·68355	9·92513
	21		4 45 25·2	26 16 36·9	9·65184	9·92384
	22		5 11 10·5	24 15 19·2	9·61639	9·92305
	23		5 34 56·4	22 7 14·8	9·57618	9·92286
	24		5 56 32·2	19 51 27·4	9·52981	9·92344
	25		6 15 45·6	17 26 44·4	9·47507	9·92504
	26		6 32 21·4	+14 51 27·1	9·40839	9·92800
März	30	0h	7 26 30·2	+ 2 2 30·3	8·69994	9·98246
		1	7 28 45·7	1 55 43·1	8·68514	9·98427
		2	7 31 15·8	1 49 28·1	8·67136	9·98614

Datum		Berliner Zeit	Scheinbare Rectascension	Scheinbare Declination	Entfernung von d. Sonne	Entfernung von d. Erde
März	30	3ʰ	7°34' 2"1	+ 1°43'50"1	8·65894	9·98807
		4	7 37 5·6	+ 1 38 53·9	8·64826	9·99005
April	22	0	34 31 16·6	+30 38 57·7	9·92471	0·23644
	23		35 20 4·3	31 17 6·7	9·93776	0·24262
	24		36 8 6·5	31 53 47·9	9.95026	0·24867
	25		36 55 25·5	32 29 6·7	9·96225	0·25460
	26		37 42 3·3	+33 3 8·3	9·97377	0·26040

Vergleichung der Beobachtungen mit der Ephemeride.

Mit dieser Ephemeride wurden alle Beobachtungen, deren ich im Ganzen 160 gesammelt hatte, sorgfältig verglichen.

Gruppe	Nr.	Datum	Beob. — Rech. $d\alpha$	Beob. — Rech. $d\delta$	Beobachtungsort	Gewicht in AR.	Gewicht in Decl.
I.	1	Februar 6·42	— 35"8	—10"9	London	1/5	1/2
	2	6·43	— 6·6	...	„	1/5	...
	3	6·46	—103·7	...	„	1/5	...
	4	6·48	— 80·7	— 2·8	„	1/5	1/2
	5	6·48	— 67·7	...	„	1/5	...
	6	7·36	— 29·7	+ 8·8	„	1	1
	7	7·58	— 51·9	+ 1·7	„	0	0
	8	8·50	— 50·4	— 3·4	„	1	1
	9	8·53	— 32·0	—42·5	„	0	0
	10	9·54	+ 10·1	—31·3	„	0	0
	11	10·38	—108·2	...	Greenwich		
	12	10·38	....	— 3·8	„		
	13	10·40	— 28·1	+ 0·5	London	0	0
	14	10·53	— 28·5	+42·3	Markree		0
	15	11·37	— 7·7	+ 3·3	London	1	1
	16	11·38	+ 24·7	+ 1·3	„	1/2	1/2
	17	15·35	+ 13·9	— 7·9	„	1	1
	18	15·37	— 26·1	— 2·1	„	1	1
	19	15·55	— 25·6	+ 4·0	„	1/2	1
	20	15·55	+ 12·4	....	„	1/2	...

Gruppe	Nr.	Datum	Beob. — Rech.		Beobachtungsort	Gewicht in	
			$d\alpha$	$d\delta$		AR	Decl.
	21	Febr. 15·48	— 22'5	+20'6	Markree	1	1
	22	16·65	+ 27·4	+ 0·6	London		
II.	23	19·55	+ 25·1	— 3·7	Bonn		
	24	19·35	+ 4·2	— 2·9	London		
	25	19·45	+ 3·1	+ 6·9	Paris		
	26	20·53	— 6·6	— 1·0	Bonn		
	27	21·39	+ 16·0	+ 6·2	„		
	28	21·64	— 19·0	+ 4·1	Hamburg		
	29	22·49	+ 10·1	+17·6	Berlin		
	30	22·32	+ 23·5	+25·6	Hamburg		
	31	22·44	+ 17·2	— 3·0	„		
	32	23·34	+ 38·0	— 2·0	Bonn		
	33	23·43	+ 5·4	+ 6·2	„		
	34	23·32	+ 17·7	— 5·8	Hamburg		
	35	23·37	— 18·8	— 5·3	Kremsmünst.		
	36	23·72	— 69·9	+ 2·5	„		
	37	23·47	+ 1·7	— 2·9	London		
	38	23·61	+ 8·9	+ 6·7	„		
	39	23·38	— 38·1	+19·8	Wien		
	40	24·33	+ 24·6	— 9·1	Bonn		
	41	24·29	— 8·0	+17·6	Hamburg		
	42	24·65	— 7·8	+20·6	„		
	43	24·74	+ 3·7	+ 3·7	„		
	44	24·37	+ 28·7	— 5·7	London		
	45	24·45	— 32·9	— 9·8	Paris		
III.	46	25·33	+ 17·4	+ 1·9	Hamburg		
	47	25·31	— 5·2	+12·7	Kremsmünst.		
	48	26·35	+ 4·8	— 2·0	London		
	49	27·31	+ 3·0	— 1·3	Berlin		
	50	27·35	— 2·9	+ 2·3	London		
	51	27·36	— 8·9	— 0·5	„		
	52	27·36	+ 3·7	+ 4·4	„		
	53	28·33	+ 20·1	— 7·6	Bonn		
	54	28·44	+ 11·9	— 2·8	„		
	55	28·32	— 17·4	—22·4	Kremsmünst.		
	56	28·45	— 8·8	— 1·9	London		
	57	28·31	+ 6·4	+ 4·7	Wien		
	58	März 1·36	+ 22·9	+ 0·9	Bonn		

Gruppe	Nr.	Datum	Beob. — Rech.		Beobachtungsort	Gewicht in	
			$d\alpha$	$d\delta$		AR	Decl.
	59	März 1·34	+22″2	+ 4·3	Hamburg		
	60	1·47	— 5·4	— 2·0	London		
	61	2·33	+ 7·8	—17·6	Hamburg		
	62	2·29	—29·1	+ 7·4	Kremsmünster		
	63	2·32	+ 3·8	+ 3·5	Wien		
IV.	64	3·31	+ 8·1	— 0·3	Hamburg		
	65	3·32	+ 8·3	+ 1·3	Königsberg		
	66	3·46	—10·3	+ 2·9	London		
	67	3·46	+ 4·8	+ 1·9	„		
	68	4·59	+ 7·8	+19·3	Cambr.(Mass.)		
	69	4·36	— 2·1	+20·2	Hamburg		
	70	4·30	— 3·0	+11·4	Kremsmünster		
	71	4·32	+13·3	...	Wien		
	72	4·31	...	+ 5·2	„		
	73	5·38	+ 5·0	+ 8·8	Bonn		
	74	5·59	— 4·0	+ 6·5	Cambr.(Mass.)		
	75	5·35	+ 4·2	+ 9·1	Hamburg		
	76	5·39	+ 4·4	+ 5·7	Königsberg		
	77	5·29	— 0·9	+22·3	Kremsmünster		
	78	6·58	—27·1	+ 6·0	Cambr.(Mass.)		
	79	6·32	+ 1·4	+ 1·4	Königsberg		
	80	6·39	+ 4·3	+ 3·9	Paris		
V.	81	8·43	+11·1	— 2·4	Bonn		
	82	8·54	— 3·8	— 2·0	Cambr.(Mass.)		
	83	8·39	— 5·5	— 0·6	Königsberg		
	84	9·37	+ 6·4	— 0·4	Bonn		
	85	9·37	— 4·0	+ 3·3	Hamburg		
	86	9·33	— 1.8	+ 0·9	London		
	87	10·33	+ 5·6	— 3·0	Bonn		
	88	10·36	+ 5·3	— 3·8	„		
	89	10·53	—14·6	+ 3·4	Cambr.(Mass.)		
	90	10·34	— 2·0	— 3·7	Hamburg		
	91	10·30	— 7·6	+ 3·7	Kremsmünster		
	92	10·33	+12·3	+ 6·1	Wien		
	93	11·33	+ 0·1	— 1·5	Bonn		
	94	11·94	— 4·6	— 2·7	Cambr.(Mass.)		
	95	11·34	— 2·2	...	Greenwich		
	96	11·34	...	+ 0·4	„		

Gruppe	Nr.	Datum	Beob. — Rech. $d\alpha$	Beob. — Rech. $d\delta$	Beobachtungsort	Gewicht in AR	Gewicht in Decl.
	97	März 11·33	+ 1ˢ·4	+ 2″·8	Hamburg		
	98	11·37	— 0·8	+ 12.8	Wien		
VI.	99	12·58	— 1·4	+ 9·6	Cambr.(Mass.)		
	100	12·30	+11·2	+ 4·1	Kremsmünster		
	101	12·33	— 9·8	+ 1·6	London		
	102	12·33	+ 4·5	...	„		
	103	12·33	+13·1	+ 32·3	Wien		
	104	13·31	...	+ 2·2	„		
	105	13·31	— 1·0	...	„		
	106	14·30	+ 2·6	— 12·6	Hamburg		
	107	14·29	+ 0·7	+ 9·0	Kremsmünster		
	108	14·35	— 2·9	— 0·7	London		
	109	14·37	+ 0·8	+ 5·4	Paris		
	110	15·33	+ 5·5	+ 6·5	Bonn		
	111	15·56	— 3·0	+ 7·9	Cambr.(Mass.)		
	112	15·33	— 1·4	— 1·9	Hamburg		
	113	15·29	— 6·5	— 1·1	Kremsmünster		
	114	15·33	— 1·9	— 1·4	London		
	115	15·31	— 8·8	+ 19·2	Padua		
	116	15·33	+ 4·2	+ 0·1	Wien		
	117	15·37	+14·1	+ 0·4	„		
VII.	118	16·35	0·0	— 0·3	Berlin		
	119	16·33	— 0·1	— 6·1	Bonn		
	120	16·34	+ 1·7	— 1·1	Hamburg		
	121	16·32	— 2·1	— 29·8	Königsberg		
	122	16·30	+23·0	+ 8·9	Kremsmünster		
	123	16·34	—10·8	...	London		
	124	16·34	—10·2	...	„		
	125	16·34	...	— 2·7	„		
	126	16·34	...	+ 5·8	„		
	127	16·33	—19·5	— 8·8	Padua		
	128	16·32	— 5·8	— 0·2	Wien		
	129	17·34	— 0·5	+ 1·8	Berlin		
	130	17·33	+ 3·4	— 12·4	Bonn		
	131	17·34	— 0·3	— 1·4	Hamburg		
	132	17·30	+ 0·6	— 3·2	Königsberg		
	133	17·30	— 2·9	+ 1·0	Kremsmünster		
	134	17·31	—53·2	—206·1	Padua		
	135	17·32	+16·3	+ 1·3	Wien		

Gruppe	Nr.	Datum	Beob. — Rech.		Beobachtungsort	Gewicht in	
			$d\alpha$	$d\delta$		AR	Decl.
	136	März 18·34	+ 9'1	+ 1·7	Berlin		
	137	18·32	— 8·0	—14·6	Bonn		
	138	18·33	— 6·3	— 7·7	Hamburg		
	139	18·32	— 2·9	— 0·6	Königsberg		
	140	18·29	— 5·5	+ 7·2	Kremsmünster		
	141	18·30	—18·1	—14·0	Padua		
	142	18·31	— 6·7	— 5·9	Wien		
VIII.	143	19·33	— 2·8	— 3 9	Berlin		
	144	19·53	— 4·3	+ 3·4	Cambr.(Mass.)		
	145	19·33	+ 1·8	+ 3·5	Hamburg		
	146	19·32	+ 3·3	— 4·0	Wien		
	147	20·31	— 5·3	—12·2	Hamburg		
	148	20·32	— 0·9	— 3·9	Königsberg		
	149	20·30	— 8·3	— 6·9	Wien		
	150	21·33	+ 0·3	—30·4	Hamburg		
	151	21·70	—25·5	—20·4	Kremsmünster		
	152	21·71	+ 7·2	—12·0	„		
	153	22·33	+38·6	+ 7·2	Berlin		
	154	22·32	+ 8·0	+ 9·5	Hamburg		
	155	24·53	—25·2	+22·0	Cambr.(Mass.)		
	156	24·28	+10·0	— 1·3	Kremsmünster		
IX.	157	30·09	+48·6	+15·6	London		
	158	30·10	+51·7	— 6·4	„		
X.	159	April 22·36	0·0	+ 4·4	Berlin		
	160	24·36	— 0·3	— 0·8	„		

Bemerkungen zur vorhergehenden Übersicht.

Nr. 11. Greenwich Febr. 10. Die Rectascension weicht stark ab, daher habe ich sie weggelassen.

Nr. 14. Markree Febr. 10. Die Declination stimmt nicht mit den übrigen benachbarten Beobachtungen. Daher wurde sie weggelassen.

Nr. 25. Paris Febr. 19. Diese und die folgenden Pariser Beobachtungen sind nach den von Mauvais in den Comptes rendus 1847 mitgetheilten Verbesserungen angenommen.

Nr. 30. Hamburg Febr. 22. Diese Position beruht auf einer einzigen Messung und wurde ausgeschlossen, indem am 22. Februar noch eine zweite Hamburger Beobachtung vorliegt. Dasselbe gilt von Nr. 42.

Nr. 36. Kremsmünster Februar. 23. Die Rectascension wurde bei Bildung der Normalorte nicht berücksichtigt.
„ 49. Berlin Februar 27. Die Declination ist um —1′ corrigirt.
„ 55. Kremsmünster Februar 28. Die Declination wurde ausgeschlossen.
„ 62. Kremsmünster März. 2. Die Rectascension wurde ausgeschlossen.
„ 69. Hamburg März 4.
„ 77. Kremsmünster März 5. } Die Declination ausgeschlossen.
„ 78. Cambridge (Mass.) März. Die Rectascension ausgeschlossen.
„ 103. Wien März 12.
„ 115. Padua März 15. } Die Declination ausgeschlossen.
„ 121. Königsberg März 16.
„ 134. Padua März 17. Ganz ausgeschlossen.

Was die beiden Tagbeobachtungen vom 30. März betrifft, so beruht die erstere von ihnen auf neun Einstellungen des Cometen ins Centrum des Gesichtsfeldes, dessen Durchmesser etwa 40 Bogenminuten beträgt, wobei jedesmal der Stunden- und Declinationskreis des Äquatoriales abgelesen wurde. Reducirt man diese einzelnen Beobachtungen mittelst der aus der Ephemeride genommenen Bewegung des Cometen auf das Mittel der Zeiten, so wird man in der Lage sein, den Grad der Sicherheit dieser Einstellungen ins Centrum zu bestimmen. Man findet so

wahrscheinl. Fehler einer einzelnen Einstellung
in AR.... $\pm 16^{s}8$; in Decl..... $\pm 10''4$;

wahrscheinl. Fehler des Mittels aus den 9 Beobachtungen
in AR.... $\pm 5^{s}6$; in Decl..... $\pm 3''5$.

Wenn also keine constante Fehlerquelle auf die Beobachtungen Einfluß geübt hätte, so wären die Tagbeobachtungen immerhin schätzbar und könnten, mit einem ihrer Genauigkeit entsprechenden Gewichte, zur Ableitung der definitiven Elemente in Verwendung kommen. Es scheint aber, daß namentlich die Bestrahlung des Instrumentes durch die Sonne ungünstig eingewirkt hat. Wie sich weiter unten zeigen wird, mußten diese Beobachtungen weggelassen werden.

Aus den vorhergehenden Abweichungen ($d\alpha$ und $d\delta$) erhält man, wenn man die einzelnen $d\alpha$ mit cos δ multiplicirt, folgende Mittel:

Normalort	Datum	Beob.-Rechnung $d\alpha \cos\delta$	Beob.-Rechnung $d\delta$
I	Februar 12	— 5'65	+1'32
II	22	+ 1·98	+1·91
III	28	+ 2·47	+0·94
IV	März 4	+ 1·97	+4·91
V	10	— 0·20	+0·74
VI	14	+ 0·86	+1·94
VII	17	— 1·75	—2·44
VIII	21	— 0·19	—3·53
IX	30(2^h.42)	+50·15	+4·60
X	April 24	— 0·24	+0·24[1]).

Mit Zugrundelegung der von Bessel, Spörer, G. Weyer u. a. gegebenen Formeln für Bahnen, deren Excentricität nahe gleich der Einheit ist, wurden dann die nachstehenden Gleichungen erhalten, deren Richtigkeit durch willkürliche Änderungen der Elemente geprüft wurde.

$$
\begin{aligned}
&+0{\cdot}660\,dT' - 8{\cdot}702\,dq' - 4{\cdot}071\,de' - 9{\cdot}703\,d\tilde{\omega}' + 2{\cdot}828\,d\Omega' \\
&\qquad\qquad - 7{\cdot}708\,di' + 5'65 = o \\
&+1{\cdot}048\,dT' - 7{\cdot}052\,dq' - 2{\cdot}084\,de' - 7{\cdot}007\,d\tilde{\omega}' + 1{\cdot}630\,d\Omega' \\
&\qquad\qquad - 8{\cdot}915\,di' - 1'98 = o \\
&+1{\cdot}279\,dT' - 6{\cdot}118\,dq' - 1{\cdot}298\,de' - 5{\cdot}580\,d\tilde{\omega}' + 0{\cdot}984\,d\Omega' \\
&\qquad\qquad - 8{\cdot}836\,di' - 2'47 = o \\
&+1{\cdot}443\,dT' - 5{\cdot}540\,dq' - 0{\cdot}914\,de' - 4{\cdot}725\,d\tilde{\omega}' + 0{\cdot}590\,d\Omega' \\
&\qquad\qquad - 8{\cdot}512\,di' - 1'97 = o \\
&+1{\cdot}719\,dT' - 4{\cdot}743\,dq' - 0{\cdot}514\,de' - 3{\cdot}580\,d\tilde{\omega}' + 0{\cdot}061\,d\Omega' \\
&\qquad\qquad - 7{\cdot}636\,di' + 0'20 = 0 \\
&+1{\cdot}937\,dT' - 4{\cdot}256\,dq' - 0{\cdot}345\,de' - 2{\cdot}902\,d\tilde{\omega}' - 0{\cdot}245\,d\Omega' \\
&\qquad\qquad - 6{\cdot}779\,di' - 0'86 = o \\
&+2{\cdot}128\,dT' - 3{\cdot}908\,dq' - 0{\cdot}258\,de' - 2{\cdot}430\,d\tilde{\omega}' - 0{\cdot}445\,d\Omega' \\
&\qquad\qquad - 5{\cdot}971\,di' + 1'75 = o \\
&+2{\cdot}437\,dT' - 3{\cdot}448\,dq' - 0{\cdot}180\,de' - 1{\cdot}833\,d\tilde{\omega}' - 0{\cdot}658\,d\Omega' \\
&\qquad\qquad - 4{\cdot}629\,di' + 0'19 = o \\
&-0{\cdot}424\,dT' - 0{\cdot}790\,dq' - 0{\cdot}002\,de' - 0{\cdot}045\,d\tilde{\omega}' - 0{\cdot}248\,d\Omega' \\
&\qquad\qquad + 0{\cdot}284\,di' - 50'15 = o \\
&-0{\cdot}555\,dT' - 2{\cdot}607\,dq' - 0{\cdot}573\,de' + 2{\cdot}219\,d\tilde{\omega}' + 1{\cdot}454\,d\Omega' \\
&\qquad\qquad - 3{\cdot}395\,di' + 0'24 = o
\end{aligned}
$$

[1]) Bis hieher war die vorliegende Arbeit bereits anfangs 1860 ausgeführt.

$$+ 2{\cdot}378\,dT' + 3{\cdot}831\,dq' + 8{\cdot}824\,de' + 5{\cdot}690\,d\tilde{\omega}' - 2{\cdot}329\,d\Omega' - 6{\cdot}632\,di' - 1''32 = o$$

$$+ 3{\cdot}102\,dT' + 4{\cdot}422\,dq' + 8{\cdot}033\,de' + 6{\cdot}064\,d\tilde{\omega}' - 2{\cdot}341\,d\Omega' - 3{\cdot}383\,di' - 1''91 = o$$

$$+ 3{\cdot}725\,dT' + 3{\cdot}921\,dq' + 6{\cdot}945\,de' + 5{\cdot}341\,d\tilde{\omega}' - 1{\cdot}992\,d\Omega' - 1{\cdot}750\,di' - 0''94 = o$$

$$+ 4{\cdot}252\,dT' + 3{\cdot}262\,dq' + 6{\cdot}027\,de' + 4{\cdot}560\,d\tilde{\omega}' - 1{\cdot}647\,d\Omega' - 0{\cdot}835\,di' - 4''91 = o$$

$$+ 5{\cdot}274\,dT' + 1{\cdot}785\,dq' + 4{\cdot}438\,de' + 3{\cdot}037\,d\tilde{\omega}' - 0{\cdot}995\,d\Omega' + 0{\cdot}236\,di' - 0''74 = o$$

$$+ 6{\cdot}172\,dT' + 0{\cdot}470\,dq' + 3{\cdot}288\,de' + 1{\cdot}851\,d\tilde{\omega}' - 0{\cdot}497\,d\Omega' + 0{\cdot}721\,di' - 1''94 = o$$

$$+ 7{\cdot}007\,dT' - 0{\cdot}684\,dq' + 2{\cdot}416\,de' + 0{\cdot}921\,d\tilde{\omega}' - 0{\cdot}111\,d\Omega' + 0{\cdot}946\,di' + 2''44 = o$$

$$+ 8{\cdot}440\,dT' - 2{\cdot}405\,dq' + 1{\cdot}313\,de' - 0{\cdot}271\,d\tilde{\omega}' + 0{\cdot}377\,d\Omega' + 1{\cdot}029\,di' + 3''53 = o$$

$$+ 10{\cdot}021\,dT' - 2{\cdot}439\,dq' + 0{\cdot}002\,de' - 0{\cdot}318\,d\tilde{\omega}' + 0{\cdot}199\,d\Omega' - 0{\cdot}098\,di' - 4''60 = o$$

$$- 1{\cdot}613\,dT' - 5{\cdot}043\,dq' - 0{\cdot}597\,de' + 4{\cdot}115\,d\tilde{\omega}' - 2{\cdot}488\,d\Omega' + 1{\cdot}679\,di' - 0''24 = o$$

wo zur Vermeidung zu großer und zu kleiner Coëfficienten statt

$$1000\,dT,\quad 100000\,dq,\quad 100000\,de,\quad {}^1/_{10}\,d\tilde{\omega},\quad {}^1/_{10}\,d\Omega,\quad {}^1/_{10}\,di,$$

beziehungsweise

$$dT' \qquad dq' \qquad de' \qquad d\tilde{\omega}' \qquad d\Omega' \qquad di'$$

gesetzt wurde.

Der bloße Anblick dieser Gleichungen zeigt schon, daß es unmöglich ist, den Normalort IX und alle übrigen durch dieselbe Bahn darzustellen. Ich habe also die zwei, dem Normalorte IX entsprechenden Gleichungen ausgelassen und die übrigen 18 Gleichungen mit der Methode der kleinsten Quadrate behandelt[1]). Es ergaben sich hierdurch folgende sechs Endgleichungen:

---

[1]) Es wäre allerdings möglich, daß die Abweichung der Position vom 30. März in der Bewegung des Cometen selbst ihren Grund hat. Da aber nur eine Beobachtung in der Umgebung des Perihels erhalten wurde, so fehlen die Mittel, das Gesetz dieser Abweichung kennen zu lernen, ohne welche Kenntniß keine weitere Untersuchung über die Ursache dieser letzteren angestellt werden kann.

$$+258\cdot77\,dT' - 14\cdot00\,dq' + 160\cdot03\,de' + 46\cdot25\,d\tilde{\omega}' - 27\cdot17\,d\Omega' - 104\cdot44\,di' - 3'63 = o$$

$$-14\cdot00\,dT' + 363\cdot37\,dq' + 193\cdot89\,de' + 303\cdot37\,d\tilde{\omega}' - 67\cdot07\,d\Omega' + 283\cdot76\,di' - 58\cdot91 = o$$

$$+160\cdot03\,dT' + 193\cdot89\,dq' + 289\cdot47\,de' + 250\cdot51\,d\tilde{\omega}' - 84\cdot69\,d\Omega' - 17\cdot07\,di' - 76\cdot43 = o$$

$$+46\cdot25\,dT' + 303\cdot37\,dq' + 250\cdot51\,de' + 381\cdot02\,d\tilde{\omega}' - 101\cdot08\,d\Omega' + 227\cdot46\,di' - 72\cdot16 = o$$

$$-27\cdot17\,dT' - 67\cdot07\,dq' - 84\cdot69\,de' - 101\cdot08\,d\tilde{\omega}' + 39\cdot93\,d\Omega' - 24\cdot27\,di' + 29\cdot76 = o$$

$$-104\cdot44\,dT' + 283\cdot76\,dq' - 17\cdot07\,de' + 227\cdot46\,d\tilde{\omega}' - 24\cdot27\,d\Omega' + 527\cdot06\,di' + 29\cdot81 = o.$$

Die Auflösung dieser Gleichungen gibt:

$dT' = -0\cdot003$	und daher	$dT = -0\cdot000003$
$dq' = +0\cdot379$		$dq = +0\cdot00000379$
$de' = -0\cdot338$		$de = -0\cdot00000338$
$d\tilde{\omega}' = +0\cdot158$		$d\tilde{\omega} = +1'58$
$d\Omega' = -0\cdot653$		$d\Omega = -6\cdot53$
$di' = -0\cdot371$		$di = -3\cdot71$

mit den folgenden, in den 18 Gleichungen übrigbleibenden Fehlern:

	Rechnung-Beob.	
Normalort	$d\alpha \cos\delta$	$d\delta$
I	$+3'21$	$+2'02$
II	$-2\cdot80$	$+0\cdot79$
III	$-2\cdot67$	$+0\cdot98$
IV	$-1\cdot75$	$-3\cdot63$
V	$+0\cdot79$	$-0\cdot55$
VI	$-0\cdot16$	$-2\cdot55$
VII	$+2\cdot46$	$+1\cdot20$
VIII	$+0\cdot78$	$+1\cdot49$
X	$+0\cdot10$	$-0\cdot31$.

Die Summe der Quadrate der übrigbleibenden Fehler ist = 65; für die ursprünglichen Elemente war diese Summe = 103. Bringt man die Correctionen dT, dq, ... an die letzteren Elemente, welche der Ephemeride zu Grunde gelegt sind, an, so erhält man folgende

definitive Elemente:

T .... 1847 März 30·32157 mittl. Berliner Zeit
$\log q$ .... 8·6293410
$\log a$ .... 2·6729324
e .... 0·99990955 $a = 470·9040$
$\tilde{\omega}$ .... 276° 2'23"28 } Mittl. Äquin.
Ω .... 21 41 45·67 } 1847·0
i .... 48 38 46·00

Helioc. Bewegung direct.

Umlaufszeit . . . . . 10219 Jahre.

Über ähnliche Kegelschnitte.

Von **Eduard Weyr** in Prag.

(Mit 1 Holzschnitt.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. Juni 1870.)

1. Hat man auf einem Kegelschnitte S zwei projectivische Punktsysteme[1]) $abc\ldots$, $a'b'c'\ldots$, so umhüllen die Verbindungslinien entsprechender Punkte, nämlich die Geraden $\overline{aa'}\ \overline{bb'}\ \overline{cc'}\ldots$ einen neuen Kegelschnitt S', welcher S in den Doppelpunkten $r = r'$, $s = s'$ der projectivischen Punktsysteme berührt.

Bilden die Punkte aa', bb', $cc'\ldots$ Paare einer Involution, so geht bekanntlich die Enveloppe S' in einen Punkt über, welcher dann das „Centrum" der Involution genannt wird. Diese Bemerkungen beantworten uns sofort die folgenden zwei Fragen: Wie viele Paare entsprechender Punkte haben zwei projectivische Grundgebilde ersten Grades, die sich auf demselben Träger befinden, gemein? wie viele Paare speciell dann, wenn eine oder beide projectivischen Beziehungen involutorisch werden? Denken wir uns nämlich auf einem Kegelschnitte S ein projectivisches Punktsystem $abc..$, $a'b'c'\ldots$, und ein zweites $\alpha\beta\gamma\ldots$, $\alpha'\beta'\gamma'\ldots$, so umhüllen die Linien $\overline{aa'}\ \overline{bb'}\ldots$ einen S doppelt berührenden Kegelschnitt S' und die Geraden $\overline{\alpha\alpha'}\ \overline{\beta\beta'}\ldots$ einen anderen Σ', welcher S ebenfalls doppelt berührt. Construirt man die vier S' und Σ' gemeinschaftlichen Tangenten, so schneiden dieselben S in Punktepaaren, welche beiden projectivischen Punktsystemen gleichzeitig angehören; hiedurch ist die erste Frage erledigt. Ist eines der Systeme, z. B. das erste, involutorisch, so gehen die Linien $\overline{aa'}\ \overline{bb'}\ldots$

---

[1]) In dem Sinne verstanden, wie es von Göpel im 36. Bde. des Crelle'schen Journals angegeben wurde.

durch einen festen Punkt S; die von S an Σ' gehenden Tangenten schneiden dann S in den zwei fraglichen Punktepaaren. Ist endlich auch das zweite Punktsystem involutorisch, so laufen auch die Verbindungslinien $\overline{\alpha\alpha'}$, $\overline{\beta\beta'}$... durch einen festen Punkt Σ' und die Linie $\overline{S\,\Sigma'}$ bestimmt in diesem Falle auf S das einzige den beiden Involutionen gemeinschaftliche Elementenpaar. Damit ist auch die zweite Frage beantwortet.

2. Es ist bekannt, daß die conjugirten Durchmesser eines Kegelschnittes Strahlenpaare einer quadratischen Involution bilden, deren Doppelelemente die (reellen oder imaginären) Asymptoten sind. Da eine Involution durch ihre Doppelelemente vollkommen bestimmt ist, so werden die von den conjugirten Durchmessern zweier Kegelschnitte S_1 und S_2 gebildeten Involutionen congruent sein, wenn ihre Asymptoten zum Decken gebracht werden können, d. h. wenn sie den nämlichen (reellen oder imaginären) Asymptotenwinkel besitzen. Sind jedoch bei zwei Kegelschnitten S_1 und S_2 die erwähnten Involutionen congruent, so heißen dieselben ähnlich und können durch eine bloße Drehung auch in ähnliche Lage gebracht werden. Auf Grund dessen können wir nun den folgenden Satz aussprechen:

Die unendlich weiten Punkte aller ähnlichen Kegelschnitte einer Ebene sind entsprechende Punkte zweier projectivischen Punktreihen, deren Doppelpunkte die imaginären Kreispunkte sind.

Dreht man nämlich den Asymptotenwinkel eines der Kegelschnitte um seinen Scheitel herum, so markiren seine Schenkel auf der unendlich fernen Geraden Punktepaare, nach welchen die Asymptotenpaare aller übrigen zum ersten ähnlichen Kegelschnitte gerichtet sind. Die Schenkel des gedrehten Winkels bilden aber augenscheinlich zwei projectivische Büschel und die Doppelstrahlen derselben gehen durch die imaginären Kreispunkte der Ebene[1]); hiedurch aber ist der Satz erwiesen.

3. Durch vier Punkte gehen zwei Kegelschnitte, welche einem gegebenen Kegelschnitt ähnlich sind.

---

[1]) Man vergleiche Chasles: Traité de Géométrie Supérieure pag. 120; um unsere Aussage zu rechtfertigen, genügt es, den besagten constanten Winkel $= 90°$ zu nehmen.

Denn seien a, b, c, d die vier gegebenen Punkte und S der gegebene Kegelschnitt. Die unendlich fernen Punkte aller durch a, b, c, d gehenden Linien zweiter Ordnung bilden eine Involution, und die Punkte im Unendlichen aller zu S ähnlichen Kegelschnitte zwei projectivische Punktreihen. Nach 1. gibt es nun auf der unendlich fernen Geraden zwei Paare von Punkten, welche einander sowohl in der Involution, als auch hinsichtlich der homographischen Punktreihen zugeordnet sind.

Diese Punktepaare sind die Richtungen der Asymptotenpaare jener zwei Kegelschnitte, welche der Aufgabe genügen.

Ist S eine Hyperbel, so wird die Construction unmittelbar durchgeführt werden können. Projicirt man nämlich die durch das Curvenbüschel zweiter Ordnung $(abcd)$ auf der unendlich weiten Geraden erzeugte Involution aus einem festen Punkte O, so erhält man eine Strahleninvolution im Büschel O; zwei Strahlenpaare derselben kann man sich am einfachsten dadurch verschaffen, daß man durch O Parallele zu zwei Gegenseitenpaare des vollständigen Vierecks $abcd$ zieht. Legt man durch O einen Hilfskreis K, der jene Strahlenpaare in den zwei Punktepaaren $\overline{ll'}$ $\overline{mm'}$ trifft, so ist der Schnitt C von $\overline{ll'}$, $\overline{mm'}$ das Centrum der auf K bestimmten Involution $ll', mm', ..$ Verschiebt man den Asymptotenwinkel von S, bis sein Scheitel nach O fällt und dreht ihn dann um O herum, so bestimmen seine Schenkel auf K Endpunkte eines Bogens von constanter Länge, und demgemäß hüllt die Verbindungslinie dieser Endpunkte einen zu K concentrischen Kreis K' ein. Legt man nun von C an K' die beiden Tangenten, so treffen dieselben K in zwei Punktepaaren pp' qq' und die Linienpaare $\overline{Op}$ $\overline{Op'}$, $\overline{Oq}$ $\overline{Oq'}$ sind augenscheinlich parallel zu den Asymptoten jener zwei Kegelschnitte, welche durch a, b, c, d gehen und zu S ähnlich sind. Fällt C innerhalb K', so sind keine der Aufgabe genügende Hyperbeln möglich.

Ist zweitens S eine Ellipse, so ist die Lösung etwas umständlicher, weil ja in diesem Falle die Asymptoten von S imaginäre Linien sind. Nimmt man wiederum einen festen Punkt O an und legt durch ihn einen beliebigen Hilfskreis K, so handelt es sich jetzt darum, aus O auf K die durch alle zu S ähnlichen Ellipsen auf der unendlich fernen Geraden erzeugten projectivischen Punktreihen zu projiciren. Jedenfalls werden die imaginären Kreispunkte auch die

Doppelpunkte der so auf K gebildeten projectivischen Punktsysteme sein; deßwegen müssen auch jetzt die Verbindungslinien entsprechender Elemente dieser projectivischen krummen Punktreihen einen zu K concentrischen Kreis K' einhüllen. Dieser Kreis K' kann nun so gefunden werden:

Man ziehe durch O zu zwei Paar conjugirter Durchmesser A, B; C, D von S parallele Gerade A', B'; C', D', welche K in a', b'; c', d' treffen mögen; dann sind die (imaginären) Doppelelemente E, F der durch die zwei Strahlenpaare A', B'; C', D' bestimmten Involution augenscheinlich zu den Asymptoten von S parallel. Die Verbindungslinie L jener zwei (conjugirt imaginären) Punkte, in welchen E und F den Kreis K treffen, muß eine Tangente von K' sein; diese Verbindungslinie ist jedoch leicht gefunden, sie ist nämlich die Polare des Durchschnittes der Geraden $\overline{a'b'}$, $\overline{c'd'}$. Kennt man nun L, so hat es keine Schwierigkeit, den Kreis K' zu verzeichnen. Sucht man sich jetzt genau so wie früher das Centrum C der aus O auf K projicirten Involution ll' mm',.., und legt von C an K' die beiden Tangenten, so treffen dieselben K in zwei Paaren von imaginären Punkten pp', qq', so zwar, daß $\overline{Op}$ $\overline{Op'}$, $\overline{Oq}$ $\overline{Oq'}$ parallel zu den Asymptoten der besagten zwei Ellipsen sein werden.

Alle durch drei feste Punkte gehenden und ähnlichen Kegelschnitte bilden eine Curvenreihe zweiten Grades vom Index 2 [1]), denn durch jeden weiteren Punkt der Ebene gehen im Allgemeinen zwei der besagten Kegelschnitte.

4. Von der erwähnten Curvenreihe zweiten Grades gibt Steiner in seiner Systematischen Entwickelung etc. pag. 305 folgende Eigenschaften an:

„Denkt man sich um ein gegebenes Dreieck xyz eine Schaar (d. i. alle mögliche) ähnliche Kegelschnitte, von irgend einer bestimmten Gattung, beschrieben, so werden dieselben allemal von irgend einer be-

---

[1]) Es ließen sich nun auf unsere Curvenschaar alle über Curvenreihen geltenden Sätze — wie sie etwa Cremona in seiner Geom. Theorie d. eb. Curven, deutsch v. M. Curtze anführt — anwenden. Berücksichtigt man etwa den pag. 120 des citirten Werkes angegebenen Satz, so folgt, daß der Ort der Mittelpunkte aller ähnlichen einem Dreieck umschriebenen Kegelschnitte eine Linie vierter Ordnung ist.

stimmten Curve vierten Grades C umhüllt (berührt), welche die drei Eckpunkte des Dreiecks x, y, z zu singulären Punkten hat. Der dem Dreieck umschriebene Kreis K wird in jedem Punkte von zwei der genannten Kegelschnitte geschnitten, und die zwei Punkte, in welchen diese von der Curve C berührt werden, liegen allemal in einer gleichseitigen Hyperbel, die dem Dreieck xyz umschrieben ist".

Überdies wird die Beschaffenheit der Einhüllenden C in den speciellen Fällen erwähnt, wo die Kegelschnittschaar aus Kreisen (eigentlich einem Kreise), Parabeln und gleichseitigen Hyperbeln besteht.

Im Folgenden will ich diese Sätze erhärten und überdies eine einfache Construction der erwähnten Curve vierten Grades angeben.

Zum Behufe des Beweises bediene ich mich der quadratischen Verwandtschaft ebener Systeme, welche Verwandtschaft unter dem Namen „schiefe Projection" von Steiner in dem erwähnten Werke pag. 251 untersucht wurde; was die projectivischen Eigenschaften so verwandter Figuren anbelangt, so verweise ich auf Dr. Th. Reye's: Geometrische Verwandtschaften zweiten Grades in Schlömilch's Zeitschrift Bd. XI.

Seien also $S_1, S_2, S_3 \ldots$ die dem Dreieck xyz umschriebenen und untereinander ähnlichen Kegelschnitte, und es mögen ihre Durchschnittspunkte mit der unendlich fernen Geraden U $u_1\ v_1$, $u_2\ v_2$, $u_3\ v_2, \ldots$ heißen. Dann sind diese Punktepaare nach 2. entsprechende Punkte zweier auf U gelegener projectivischen Punktreihen, deren Doppelpunkte durch die imaginären Kreispunkte i, j der Ebene vorgestellt werden. Wählen wir nun die Ecken x, y, z zu den Hauptpunkten zweier quadratisch verwandten und involutorischen [1]) ebenen Systeme, so wird der unendlich fernen Geraden U ein durch x, y, z gehender Kegelschnitt U' entsprechen; den Punkten $u_1\ v_1$, $u_2\ v_2, \ldots$ von U werden auf dem Kegelschnitte U' Punktepaare $u'_1\ v'_1$, $u'_2\ v'_2, \ldots$ zugeordnet sein u. z. so, daß sie entsprechende Elemente zweier auf U' liegender projectivischer Punktsysteme bilden. Den Doppelpunkten i, j müssen auf U' die (ebenfalls ima-

[1]) Siehe die citirte Abhandlung von Dr. Th. Reye pag. 301.

ginären) Doppelelemente i', j' der erwähnten krummen projectivischen Gebilde entsprechen.

Da die Kegelschnitte S_1, S_2, S_3 ... insgesammt alle drei Hauptpunkte x, y, z des Systems enthalten, so werden ihnen vermöge der quadratischen Verwandtschaft gerade Linien zugeordnet sein, nämlich $\overline{u'_1\, v'_1}$, $\overline{u'_2\, v'_2}$, ... Nun umhüllen aber diese Verbindungslinien einen U' in den Doppelpunkten i' und j' berührenden Kegelschnitt C', weßhalb die Linien S_1, S_2, ... jene Curve C zur Enveloppe haben müssen, welche C' der quadratischen Verwandtschaft zu Folge entspricht. Demgemäß ist die Enveloppe C eine Curve vierter Ordnung, welche in den Hauptpunkten x, y, z Doppelpunkte hat; überlegt man, daß C' den Kegelschnitt U' in i' und j' berührt, so folgt, daß die Einhüllende C die unendlich ferne Gerade U in den imaginären Kreispunkten i, j tangiren muß.

Es kann nun sofort auch die Frage beantwortet werden, wie viele von der Kegelschnittschaar S_1 S_2 S_3... eine gegebene Gerade G berühren? Dieser Geraden wird ein durch x, y, z gehender Kegelschnitt G' zugeordnet sein; construirt man die G' und C' gemeinsamen Tangenten T'_1, T'_2, T'_3, T'_4, so werden ihnen wieder vier der Aufgabe genügende Kegelschnitte T_1, T_2, T_3, T_4 entsprechen, d. h.: Durch drei Punkte gehen vier Kegelschnitte, welche einem gegebenen Kegelschnitt ähnlich sind und eine Gerade tangiren.

Der dem Dreieck x, y, z umschriebene Kreis K geht durch die imaginären Kreispunkte i, j und es wird ihm daher die Linie $K' = \overline{i'j'}$ entsprechen. Die zwei durch einen beliebigen Punkt m von K gehenden Kegelschnitte unserer Curvenreihe erhält man folgendermaßen: Man construire den m zugeordneten Punkt m', welcher auf $K' = \overline{i'j'}$ liegen muß, und ziehe durch m' an C' die beiden Tangenten P' und Q'; dann werden diesen Tangenten die zwei verlangten Kegelschnitte P, Q correspondiren. Die Punkte p, q, in welchen P und Q die Curve C berühren, werden den Berührungspunkten p', q' der Tangenten P', Q' von C' zugeordnet sein. Wir sollen nun beweisen, daß p und q sich auf einer durch x, y, z gehenden gleichseitigen Hyperbel befinden. Zu dem Ende bemerken wir, daß $K' = \overline{i'j'}$ als Berührungssehne der Kegelschnitte C' und U' bezüglich beider den

nämlichen Pol hat, daß also die Polare $\overline{p'q'}$ von m' hinsichtlich C' durch jenen Pol hindurchgehen muß. Trifft $\overline{p'q'}$ den Kegelschnitt U' in den zwei Punkten r', s', so sind demgemäß i', j', r', s' vier harmonische Punkte von U'. — Der Geraden $p'q'$ entspricht nun ein durch x, y, z, p und q gehender Kegelschnitt, dessen Asymptotenrichtungen r, s den Punkten r', s' zugeordnet sein werden; denn jene liegen auf U und diese auf U'. Es sind also auch die vier i', j', r', s' entsprechenden Punkte i, j, r, s harmonisch, d. h. die Asymptoten des durch x, y, z, p, q gehenden Kegelschnittes schliessen wirklich einen rechten Winkel ein.

5. Sind die Kegelschnitte S_1, S_2, S_3... gleichseitige Hyperbeln, so bilden ihre Asymptotenrichtungen $u_1\ v_1$, $u_2\ v_2$, $u_3\ v_3$... eine Involution mit den Doppelpunkten i, j; daher sind dann auch $u'_1\ v'_1$, $u'_2\ v'_2$, ... Punktepaare einer auf U' gelegenen Involution, weßwegen die Linien $\overline{u'_1\ v'_1}$, $\overline{u'_2\ v'_2}$, ... insgesammt durch einen festen Punkt laufen, der also ihre Enveloppe ist.

Es folgt daraus, daß auch S_1, S_2, S_3 ... durch einen vierten fixen Punkt gehen müssen, nämlich durch den Durchschnitt der Höhen des Dreiecks x, y, z.

Die Linien S_1, S_2, S_3 ... werden alle identisch, wenn eine von ihnen der Kreis K ist; dann ist K eben auch ein Grenzfall der Enveloppe C.

Sind endlich die Linien S_1, S_2, S_3 ... Parabeln, so fallen die Elemente jedes der Paare $u_1\ v_1$, $u_2\ v_2$, ... zusammen; dasselbe gilt somit auch von den Punktepaaren $u'_1\ v'_1$, $u'_2\ v'_2$, ..., so daß die Verbindungslinien $\overline{u'_1\ v'_1}$, $\overline{u'_2\ v'_2}$ .. den Träger U' der krummen Punktreihen selbst umhüllen. Weil aber U' die unendlich ferne Gerade U zugeordnet ist, so ist sie in diesem Falle die Enveloppe C; streng genommen müßte man eigentlich das System der vier Linien $\overline{yz}$, $\overline{zx}$, $\overline{xy}$, U als C auffassen.

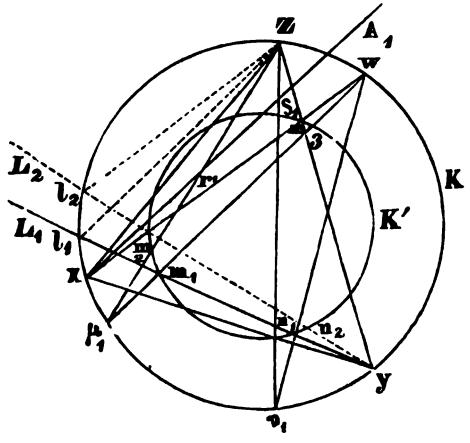
6. Wir wollen nun eine einfache Construction der Enveloppe C unserer Curvenreihe kennen lernen.

Durch jeden Punkt der Ebene gehen im Allgemeinen zwei Kegelschnitte der Curvenreihe; jene Punkte, für welche diese zwei Kegelschnitte identisch werden, sind Punkte der Enveloppe C. Dieses Princip führt augenscheinlich zu dem-

selben Ziele, wie die gewöhnliche analytische Methode, welche zur Aufsuchung der Enveloppen angewendet wird.

Sei in der untenstehenden Figur x, y, z das gegebene Dreieck, welchem ähnliche Hyperbeln umschrieben gedacht werden sollen,

Fig. 1.



d. h. Hyperbeln S_1, S_2 S_3 ... von constanten, gegebenen Asymptotenwinkel φ; die Enveloppe C dieser Kegelschnitte kann nun folgendermaßen gefunden werden:

Man construire den dem Dreieck xyz umschriebenen Kreis K und ferner jenen zu K concentrischen Kreis K', dessen Tangenten auf K einen Bogen abschneiden, welcher den Winkel φ mißt. Durch eine Ecke des Dreiecks z. B. z ziehe man eine Parallele zu $\overline{zw}$ zur Gegenseite $\overline{xy}$. Durch eine weitere Ecke, etwa y lege man eine beliebige Transversale L_1, die K' in m_1, n_1 und K in l_1 treffen mag; projicire ferner m_1, n_1 aus w auf den äußeren Kreis K nach μ_1, υ_1. Zieht man dann durch die dritte Ecke x die Gerade $A_1 \parallel \overline{zl_1}$, so wird A_1 von den Linien $\overline{z\mu_1}$ und $\overline{z\upsilon_1}$ in zwei Punkten r_1, s_1 der gesuchten Curve vierten Grades getroffen.

Diese, wie man sieht, ziemlich einfache Construction, wird erwiesen sein, wenn man zeigt, daß die beiden durch r_1 (oder s_1) gehenden Kegelschnitte der Curvenreihe S_1, S_2, S_3... identisch sind. — Alle durch x, y, z, r_1 gehenden Kegelschnitte bestimmen auf der unendlich fernen Geraden eine Involution, welche aus z auf K pro-

jicirt, auf diesem Kreise eine Punktinvolution mit dem Centrum m_1 liefert. Denn das System der zwei Geraden $\overline{xr_1}$, $\overline{yz}$ stellt eine degenerirte Hyperbel des Büschels x, y, z, r_1 vor, deren unendlich ferne Punkte aus z auf K projicirt die Punkte l_1 und y liefern; ebenso erhalten wir μ_1 und w als Projectionen der Richtungen der Gegenseiten $\overline{zr_1}$, $\overline{xy}$ auf K. Weil sich aber die Linien $\overline{l_1 y}$ und $\overline{\mu_1 w}$ in m_1 treffen, so ist m_1 wirklich das Centrum der erwähnten auf K liegenden Punktinvolution. Da aber m_1 auf K' liegt, so gehen von m_1 an K' zwei zusammenfallende Tangenten, d. h. die in m_1 an K' gezogene Tangente trifft K in jenen zwei Punkten, die aus z auf die unendlich ferne Gerade U projicirt, die Asymptotenrichtungen der einzigen durch x, y, z, r_1 gehenden Hyperbel liefern, deren Asymptotenwinkel $= \varphi$ ist. Hiedurch ist die angegebene Construction bewiesen.

Die Tangenten der Curve C im Doppelpunkte x können nun ebenfalls leicht construirt werden. Die Gerade $\overline{wx}$ trifft nämlich K' in zwei Punkten m_2 und m_3, welche uns zu jenen Tangenten verhelfen; faßt man z. B. m_2 ins Auge, so braucht man diesen Punkt nur aus y auf K in l_2 zu projiciren und durch x zu $\overline{zl_2}$ eine Parallele zu legen, um die eine der beiden Tangenten zu erhalten [1]). Läßt man nämlich die variabele Gerade L_1 in die Lage $\overline{ym_2} = L_2$ rücken, so fällt der Punkt r nach x, zum Beweise, daß die durch x zu $\overline{zl_2}$ parallel gezogene Gerade die Curve C wirklich im Doppelpunkte tangirt. In ganz gleicher Weise liefert uns der Punkt m_3 die andere Tangente des Doppelpunktes x. — Die zwei Tangenten in x werden imaginär, wenn $\overline{xw}$ den Kreis K' nicht trifft und dann ist x ein conjugirter Punkt von C; jene Tangenten fallen in eine einzige zusammen, wenn $\overline{xw}$ K' berührt und in diesem Falle ist x eine Spitze der Curve C.

Ist zweitens der gegebene Kegelschnitt S eine Ellipse, so wird im Princip die Construction nicht geändert; es tritt nur an die Stelle des reellen Asymptotenwinkels ein von imaginären Asymptoten gebildeter Winkel. Projicirt man aus z auf K die von allen zu S ähnlichen Kegelschnitten auf der unendlich fernen Geraden bestimmten Punktepaare, so erhält man entsprechende Punkte zweier auf K be-

[1]) In unserer Figur wurden diese Tangenten nicht angedeutet.

findlichen projectivischen Systeme; die Verbindungslinien entsprechender Punkte dieser Systeme hüllen wieder einen zu K concentrischen Kreis K' ein, der nach 3. leicht construirt werden kann. Man hat somit diesen Kreis an Stelle von K' in der Figur zu substituiren, sonst jedoch die Construction genau so durchzuführen, um die Enveloppe aller durch x, y, z gelegten und zu der Ellipse S ähnlichen Kegelschnitte zu erhalten.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXII. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

7.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XVIII. SITZUNG VOM 7. JULI 1870.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über das Vorkommen von Mannit in der Wurzel von *Manihot utilissima* Pohl. *(Jatropha Manihot)*“, vom Herrn Regierungsrathe u. Prof. Dr. Fr. Rochleder in Prag.

„Über Schopenhauer's Theorie der Farbe. Ein Beitrag zur Geschichte der Farbenlehre“, von dem c. M. Herrn Prof. Dr. J. Czermak in Leipzig.

„Beobachtungen über die Herzbeutelnerven und den *Auricularis vagi*“, vom Herrn Emil Zuckerkandl, Demonstrator der Anatomie, eingesendet und empfohlen vom Herrn Hofrathe u. Prof. Dr. J. Hyrtl.

„Geometrische Mittheilungen.“ III., vom Herrn Dr. Emil Weyr in Prag.

„Eine Methode zur Übertragung bestimmter Punkte einer Geraden auf ihre Perspective“, vom Herrn Fr. Malý, Techniker in Wien.

„Über die Wärmecapacität des Wassers in der Nähe seines Dichtigkeitsmaximums“, von den Herren Dr. L. Pfaundler und H. Platter.

„Vorläufige Mittheilung über eine merkwürdige Relation, betreffend die Anziehung, welche eine Magnetisirungsspirale auf einen beweglichen Eisenkern ausübt“, vom Herrn Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Prag.

„Elemente der Dione (106)“, vom Herrn Aug. Seydler, Hörer der Philosophie in Prag, eingesendet durch das c. M. Herrn Director Dr. K. Hornstein in Prag.

Vorstehende zwei Mittheilungen sind für den „Anzeiger“ bestimmt.

Herr Director Dr. J. Stefan überreicht eine vom Herrn Dr. Boltzmann eingesendete Bemerkung über eine Abhandlung Prof. Kirchhoff's im Crelle'schen Journal. Bd. 71.

Herr Hofrath u. Prof. Dr. E. Brücke legt eine im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit des Herrn *Stud. Med.* Siegm. Exner: „Über Ammoniakentwicklung aus faulendem Blute“ vor.

Herr C. Beckerhinn, k. k. Artillerie-Oberlieutenant, übergibt eine Abhandlung: „Über das Monoacetrosanilin.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Mai 1870. Berlin; 8°.

Annalen der k. k. Sternwarte in Wien. Dritte Folge. XVI. Band. Jahrgang 1866. Wien, 1870; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 8. Jahrgang, Nr. 13. Wien, 1870; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1807 (Bd. 76. 7). Altona, 1870; 4°.

Beobachtungen, Schweizer. meteorologische. Juni — August 1869. 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXX, Nrs. 24—25. Paris, 1870; 4°.

Cosmos. XIXe Année. 3e Série. Tome VI, 26e Livraison; Tome VII, 1re Livraison. Paris, 1870; 8°.

Davy, Edmund W., On Flax, and the Practicability of extending its Cultivation in Ireland. Dublin, 1865; 8°. — On the injurious Effects resulting from the Employment of Arsenical Pigments in the Manufacture of Paper-Hangings, in Painting etc. (Journ. of the R. Soc. of Dublin, January, 1862.) 8°. — On the Presence of Arsenic in some artificial Manures, and its Absorption by Plents Grown with such Manures. (From the Philosophical Magazine for August 1859.) 8°. — On a simple and expeditious Method of estimating Phosphoric Acid and its Compounds etc. (*Ibidem*, March 1860.) 8°. — On some further Applications of the Ferrocyanide of Potassium in Chemical Analysis. (*Ibidem*, March 1861.) 8°. — On the Action of Nitric and Nitrous Acids on the Sulphocyanides. (*Ibidem*, September 1865.) 8°.

Gazette médicale d'Orient. XIVe Année, Nr. 1. Constantinople 1870; 4°.

Gesellschaft der Wissenschaften, königl. böhm., in Prag: Abhandlungen. Sechste Folge. III. Band. Prag, 1870; 4°. — Sitzungsberichte. Jahrgang 1869. Prag; 8°. — Repertorium sämmtlicher Schriften der k. b. Ges. d. Wiss. 1869; 8°. — *Codex juris Bohemici. Tomi II. pars 2. Edidit Hermenegildus Jirečez. Pragae 1870; 8°.*

— geographische, in Wien: Mittheilungen. N. F. 3. Nr. 9. Wien, 1870; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. V. Band, Nr. 13. Wien, 1870; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXXI. Jahrg. Nr. 35. Wien, 1870; 8°.

Guyon, J. L. G., Histoire naturelle et médicale de la chique, *Rhinchoprion penetrans* (Oken). Paris, 1870; 8°.

Istituto, R., Lombardo di Scienze e Lettere: Memorie. Classe di Lettere e Scienze morali e politiche, Vol. XI (II della serie III.) Fasc. 1—2; Classe di Scienze mathemat. e naturali, Vol. XI, (II. della serie III.) Fasc. 1—2. Milano, 1868 & 1869; 4°. — Rendiconti. Serie II. Vol. I, Fasc. 11—20. (1868); Vol. II, Fasc. 1—16. (1869.) Milano; 8°. — Annuario. 1868. Milano; 12°. — Solenni adunanze. 1864, 1865, 1868. Milano; 8°. — Atti della fondazione scientifica Cagnola. Vol. V, Parte 1. 1867 al 1869; 8°.

— R., tecnico di Palermo: Giornale di Scienze naturali ed economiche. Anno 1869. Vol. V, Fasc. 1—2. Palermo; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band I, 10. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

Landbote, Der steirische. 3. Jahrg., Nr. 13. Graz, 1870; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1870, Nr. 20—21. Wien; 8°.

Moritz, A., Materialien zur Klimatologie des Kaukasus. Heft I. Tiflis, 1868; 8°. (Russisch.)

Nature. Nrs. 34—35, Vol. II. London, 1870; 4°.

Revue des cours scientifiques et littéraires de la France et de l'étranger. VIIe Année, Nrs. 30 — 31. Paris & Bruxelles, 1870; 4°.

Scientific Opinion. Part. XX. Vol. III. London, 1870; 4°.

Secchi, P., Sul sole. Roma, 1870; 8°.

Société des Ingénieurs civils. Séance du 17 Juin 1870. 8°.

Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Jahreshefte. XXV. Jahrgang, 2. & 3. Heft. Stuttgart, 1869; 8°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIII. Jahrgang. N. F. VI. Band, 11. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

Beiträge zur Kenntniß der Sternschnuppen.

(II. Abhandlung.)

Von dem c. M. Prof. Edmund Weiss.

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Mai 1870.)

IV.

Höhenbestimmungen von Sternschnuppen der Augustperiode 1869.

a) Persönliche Gleichung bei Sternschnuppenbeobachtungen.

Die verschiedenen Methoden, welche bei der Berechnung von Sternschnuppenbahnen angewendet werden, unterscheiden sich hauptsächlich darin, daß ein Theil derselben von der Voraussetzung ausgeht, es werde das Erscheinen und Verschwinden der Meteore an beiden Standorten gleichzeitig aufgefaßt, während ein anderer Theil, die Giltigkeit dieser Annahme bezweifelnd, die Beobachtung der Sternschnuppe am zweiten Orte nur zur Bestimmung der Bahnebene verwendet, und die Durchschnitte der am ersten Standpunkte beobachteten Richtungen mit jener Bahnebene aufsucht. Welche dieser beiden Berechnungsarten vorzuziehen sei, hängt offenbar davon ab, ob die Voraussetzung der Gleichzeitigkeit des Erscheinens und Verschwindens von Meteoren für verschiedene Beobachter berechtigt sei, oder nicht.

Da ich zur Entscheidung dieser Frage kein hinreichendes Material vorfand, wir überhaupt noch wenig Angaben besitzen, welche die Unsicherheit der Meteorbeobachtungen abzuleiten gestatten, ließ ich es mir angelegen sein, eine Beobachtungsreihe zu diesem Zwecke zu veranstalten. Ich ersuchte daher Herrn Dr. Th. R. v. Oppolzer, welcher mir seine Mitwirkung bei der Beobachtung der Augustperiode des vorigen Jahres freundlichst zugesagt hatte, sowie die Herren J. Rosner und J. Palisa, welche während jener Epoche correspondirende Beobachtungen mit der Wiener Sternwarte ausführen sollten, an mehreren Nächten gemeinsam Sternschnuppen zu beobach-

ten. Die Beobachtungen wurden mit Hilfe von Meteoroskopen am 4. und 9. Juni, 12. und 13. Juli, und 4. August angestellt, und es faßten die Herren alle dieselbe Partie des Himmels ins Auge, um möglichst viele Meteore zugleich zu erblicken. Trotzdem blieb die Zahl der mehrfach gesehenen weit unter meiner Erwartung, weil trotz der angestrengtesten Aufmerksamkeit die Mehrzahl der Sternschnuppen nur von einem Beobachter bemerkt wurde, den anderen hingegen entging. Besonders auffällig war ferner der Umstand, daß an einzelnen Tagen (natürlich in ein und derselben Himmelsgegend) Oppolzer bedeutend mehr Sternschnuppen wahrnahm als Palisa, an anderen hingegen das Verhältniß sich geradezu umkehrte. Ich erwähne diese Thatsachen hauptsächlich aus dem Grunde, weil sie den Schlüssel zur Erklärung mancher Erscheinungen darbieten dürften, welche in früheren Zeiten als ein Beweis angesehen wurden, daß die Sternschnuppen häufig nur local sichtbare Gebilde seien.

Ich habe nun in der folgenden Tabelle von den an den obengenannten Tagen beobachteten Meteoren alle jene zusammengestellt, welche mehrfach eingestellt wurden, und diesen zur Ergänzung die Doppelbeobachtungen von Meteoren, welche während der Augustperiode des Jahres 1869 und der dießjährigen Aprilperiode gelangen hinzugefügt. An den letzteren Beobachtungen nahmen auch die Herren Professor Dr. R. Felgel und Arthur v. Littrow freundlichst theil. Das Zeichen (:) bedeutet, wie gewöhnlich, daß der Beobachter die Einstellung für unsicher hielt, und die letzte Columne gibt die beobachtete Bahnlänge an.

1869 Juni 4 (♀).

Beobachter: v. Oppolzer, Palisa, Rosner.

Nr.	mittlere Wiener Zeit	Größe	Beob.	Anfang		Ende		Bahnlänge
				Azim.	Höhe	Azim.	Höhe	
1	10h 52m	1	P	234°	40°	231°	36°	4°6
		1	R	233	43	231	37	6·2
2	10 57	2·3	O	195	32 (:)	187	30	7.1
		2	P	209	41	186	28	23·2
3	11 32	3	O	183	26	177	25	.
		3	P	.	.	178	20	.

Nr.	mittlere Wiener Zeit	Größe	Beob.	Anfang		Ende		Bahnlänge
				Azim.	Höhe	Azim.	Höhe	
4	12h 4m	2	P	234°	40°	238°	37°	4°3
		2	R	242	45	247	40	6·2
5	12 20	2	P	272	61	255	66	9·0
		2·3	R	278	64	262	62	7·5
6	12 34	2	O	254	21	259	18	5·6
		2	P	249	20	269	17	19·2
		2	R	260	25	260	20	5·0
7	12 36	2·3	O	238·5	23	237	19	4·2
		2·3	P	245	28	235	26	9·1
		3	R	245	21	242	17	4·9
8	12 39	4	O	230	41	235	38·5	4·6
		4	P	233	41	241	39	6·4
		4	R	235	41	241	38	5·5
9	12 40	3	O	195	52	192	38	14·2
		4	P	.	.	189	39	.
		3	R	205	48	198	36	13·1
10	12 45	4	O	225	65	230	59 (:)	6·4
		4	P	235	68	.	.	.
		4	R	224	69	240	66	6·8
11	12 54	1·2	O	203	45	189	39	12·0
		1·2	P	221	50	190	37	25·8
		1·2	R	225	51	199	38	22·5
12	13 7	2·3	P	240	14	235	10	6·3
		2·3	R	240	18	234	10	9·9
13	13 27	2·3	O	170	20	167	13	7·6
		2	P	173	23	164	12	13·9
		2	R	170	16	160	15	9·7

1869 Juni 9 (☿).

Beobachter: v. Oppolzer, Palisa, Rosner.

14	11h 28m	3	O	243°	60°	233°	52°	9°7
		.	P	235	56	228	52	5·7
		.	R	242	55	229	52	9·2
15	11 37	1	O	281	38	256·5	33	20·5
		1	P	285	36	257	33	23·2
		1	R	279	37	258	34	17·3

Nr.	mittlere Wiener Zeit	Größe	Beob.	Anfang		Ende		Bahnlänge
				Azim.	Höhe	Azim.	Höhe	
16	12h 14m	3	O	216°	16°	216°	13°	.
		.	P	.	.	211	12	.
17	12 23	2	O	237	60	245	56	6°5
		.	R	237	63	241	61	2·7
18	12 24	1	O	170	24	159	14	.
		1	P	.	.	157	17	.
		1	R	.	.	157	19	.
19	12 49	3	O	205·5	32	204	28	4·2
		.	R	204	27	200	32	6·1
20	12 58	.	O	184	22	Mitte einer		.
		.	P	180	19	sehr kurzen		.
21	13 18	4	O	231	32	234·5	25	7·7
		4	R	222	32	226	33	3·5

1869 Juli 12 (☽).

Beobachter: Palisa, Rosner.

22	11h 19m	3	P	161°	59°	160°	55°	.
		3	R	.	.	161	53·5	.
23	11 32	1·2	P	158	22	170	16	12°8
		1·2	R	158	24·5	172	14·5	16·5
24	12 28	1	P	299	55	276	53	13·6
		1	R	291	54·5(:)	277	53·5	8·3
25	12 38	2	P	185	43	160	42 (:)	18·4
		.	R	187	42·5	170	44·5	12·5
26	12 42	1	P	69	25 (:)	52	16	18·3
		.	R	65	24·5	53	16·5	13·8
27	12 43	.	P	204	48	209	49	3·5
		4	R	205	47·5	209	46·5	2·9
28	13 8	.	P	199	59	204	55	4·8
		3	R	197	58·5	199	55·5	3·2
29	13 21	1	P	241	26	241	24	2·0
		.	R	236	28·5	239	26·5	3·3

1869 Juli 13 (♂).

Beobachter: v. Oppolzer, Palisa, Rosner.

Nr.	mittlere Wiener Zeit	Größe	Beob.	Anfang		Ende		Bahnlänge
				Azim.	Höhe	Azim.	Höhe	
30	11h 7m	2	O	142°	72°	122°	74°	6°1
		.	R	190·5	72	145·5	75	12·8
31	11 48	.	O	289	53	310	49	.
		1·2	P	286·5	49	.	.	.
		.	R	.	.	316·5	55	.
32	11 54	3	P	169·5	42·5	151·5	40	13·7
		.	R	179·5	57	162·5	47	14·4
33	11 56	4	O	213	61	182	72	16·2
		.	P	211·5	65	181·5	72	12·8
		.	R	215·5	64	183·5	67	13·4
34	12 17	2	O	308	56	325	50	11·8
		.	P	314·5	58	341·5	49	18·2
35	12 26	2	O	218	24	217	20	4·1
		.	R	218·5	27	215·5	20	7·5
36	12 32	2	O	236	41·5	247	37	9·6
		.	P	231·5	41	235·5	39	3·6
		.	R	233·5	39	241·5	38	6·3
37	12 39	2	O	210	18	211	14	4·1
		.	R	208·5	18	214·5	12	8·3
38	12 51	4	O	229	29	231	25	4·4
		.	P	233·5	31	228·5	24	8·3
		.	R	229·5	28 (:)	226·5	20	8·5
39	13 4	6	O	238	43	243	50	7·8
		.	P	233·5	42	237·5	48	6·6
40	13 10	4	P	251·5	63	280·5	64	12·9
		.	R	243·5	58	260·5	57	9·2
41	13 16	1	P	257·5	38	266·5	23	16·9
		.	R	260·5	35	264·5	19	16·4
42	13 16	2	O	224	22	224	16	6·0
		.	P	.	.	222·5	15	.
		.	R	221.5	23	222·5	14	9·1
43	13 27	2·3	O	254	31	245	26·5	9·1
		.	P	255·5	32	248·5	19	14·4

Nr.	mittlere Wiener Zeit	Größe	Beob.	Anfang		Ende		Bahnlänge
				Azim.	Höhe	Azim.	Höhe	
44	13h 29m	1	O	286°	23°	Ende hinter		.
		.	P	287·5	27	einem Thurme		.
45	13 30	1	P	268·5	63	316°5	71°	19°7
		.	R	257·5	59	281·5	62	12·1
46	13 33	2	O	225	58	220	50	8·5
		.	P	219·5	65	206·5	58	9·3
47	13 45	3	O	194	56	188	50	7·0
		.	P	203·5	56	182·5	49	14·5

1869 August 4 (☿).

Beobachter: v. Oppolzer, Palisa.

48	10h 25m	.	O	179°	35°	172°	24°	12·6°
		.	P	176	31	169	28	6·8
49	10 57	3	O	230	57	223	51	7·3
		.	P	231	56	222	48	9·7
50	11 28	3	O	223	66	244	60	11·2
		neb.	P	225	64	250	61	11·8
51	11 50	2	O	234	57	252	63	10·8
		.	P	235	55	253	63	12·2
52	12 3	2	O	165	25	155	18	11·6
		.	P	169	21	155	19	13·3
53	12 23	4	O	149	47	156	29	18·8
		.	P	149	46	160	32	16·4
54	12 46	3	O	183	15	177	14	6·9
		.	P	185	12	177	8	8·8
55	12 58	2	O	162	25	156	20	7.5
		.	P	166	20	156	19	9·5
56	13 6	1	O	217	38	212	26	12.7
		.	P	213	36·5	204	30 (:)	9·6
57	13 10	1	O	266	51·5	292	46·5	17·7
		.	P	268	50·5	296	47	18·8
58	13 15	3	O	301	58	265	52	21·2
		.	P	299	51	259	54	24·2

1869 August 2 (☾).

Beobachter: v. Oppolzer, Felgel.

Nr.	mittlere Wiener Zeit	Größe	Beob.	Anfang		Ende		Bahnlänge
				Azim.	Höhe	Azim.	Höhe	
59	11h 23m	3·4	O	237°	35°	245°	31°	7°8
		.	F	235	31	246	29	9·7
60	12 18	2	O	167	46	166	38	8·0
		.	F	164	47	156	43	6·9

Beide Meteore zwischen Wolken. Gegen 12½h umwölkte sich der Himmel vollständig.

1869 August 5 (♃).

Beobachter: Felgel, Palisa.

61	11h 26m	2	P	274°	33°	289°	30°	13°1
		.	F	281	34	286	25	10·0
62	11 43	3·4	P	196	51	189	50	4·6
		.	F	197	54	189	51	5·7
63	11 59	3	P	230	58	182	72	23·6
		.	F	225	57	207	67	13·0

1869 August 11 (☿).

Beobachter: v. Oppolzer, Felgel.

64	11h 59m	2	O	230°	63°	217°	52°	.
		.	F	235·5	64·5	.	.	.
65	12 8	3	O	265	36	278	31	11°9
		.	F	264·5	33·5	275·5	30·5	9·8
66	12 46	♃	O	Hinter Wolken		234·5	6	.
		.	F			234·5	5·5	.
67	13 13	5	O	183·5	51	194·5	41	12·6
		.	F	183·5	51	194·5	41	12·6
68	13 21	4	O	140·5	62	147·5	61	3·5
		.	F	143·5	60	149·5	59	3·2

Nr.	mittlere Wiener Zeit	Größe	Beob.	Anfang		Ende		Bahnlänge
				Azim.	Höhe	Azim.	Höhe	
69	13h 48m	1	O	234°5	29°	235°5	24°	5°1
		.	F	232·5	32	237·5	26	7·4
70	13 56	1·2	O	145·5	52	135·5	49 (:)	7·0
		.	F	149·5	55	142·5	45	11·0
71	13 59	4	O	176·5	30	170·5	23	8·8
		.	F	176·5	31	173·5	28	4·0

1869 August 13 (♀).

Beobachter: v. Oppolzer, Felgel, A. v. Littrow.

72	11h 51m	2·3	O	311°5	29°	315°5	23°	7°0
		4	L	306·5	32	311·5	21 (:)	11·9
73	12 6	2	O	143·5	62·5	153·5	60	.
		2	L	.	.	151·5	59	.
74	13 15	5	O	151·5	27	141·5	23	9·9
		.	L	158·5	30	140·5	23	17·5
75	13 31	.	F	351·5	46	4·5	43 (:)	9·7
		4	L	351·5	50	354·5	43	7·3
76	14 7	3	O	170·5	20	164·5	17	6·4
		.	L	166·5	20	166·5	17	3·0

1870 April 20 (♂).

Beobachter: v. Oppolzer, A. v. Littrow.

77	9h 14m	2	O	167°2	27°0	162°2	19°0	9°2
		.	L	166·8	22·5	158·8	16·5	9·6
78	10 11	.	O	206·8	45·0	161·8	46·0	31·1
		♀	L	212·8	46·5	162·8	42·5	35·3
79	10 53	2	O	267·3	21·5	256·8	17·5	10·7
		1	L	267·8	20·5	253·8	11·5 (:)	16·2
80	11 4	2	O	151·8	47·5	132·8	34·5	19·3
		1	L	152·2	42·0	139·2	30·0	15·9
81	11 20	Neb.	O	234·8	44·5	223·3	39·7	9·8
		Neb.	L	232·8	43·5	215·8	37·5 (:)	14·2

1870 April 21 (♃).

Beobachter: v. Oppolzer, A. v. Littrow.

Nr.	mittlere Wiener Zeit	Größe	Beob.	Anfang		Ende		Bahnlänge
				Azim.	Höhe	Azim.	Höhe	
82	10ʰ 29ᵐ	2	O	171°5	31°0	157°5	24°0	14°2
		2	L	177·0	27·0	162·0	21·5	14·7
83	10 38	2	O	189·0	28·5	176·0	21·5	.
		2	L	188·0	23·0	.	.	.
84	10 54	.	O	188·5	52·0 (:)	169·5	51·0 (:)	11·8
		2	L	185·0	54·5	161·0	51·0	14·9
85	11 4	3	O	244·5	32·0	236·5	31·0	6·9
		.	L	244·0	34·0	236·0	32·0	7·0
86	11 5	3	O	208·5	44·0 (:)	188·5	38·5 (:)	16·0
		.	L	204·5	38·5 (:)	181·0	34·5 (:)	19·3
87	12 27	2	O	209·5	39·0	207·5	31·5	7·7
		.	L	209·0	47·5	207·0	33·0	14·6
88	13 6	2	O	237·5	66·0	315·5	72·5	26·1
		2	L	240·0	62·5	303·0	70·5	25·0
89	14 1	3	O	264·5	22·5	255·5	14·5	11·7
		2	L	268·5	21·5	261·0	15·5	9·3

1870 April 22 (♀).

Beobachter: v. Oppolzer, A. v. Littrow.

90	10ʰ 12ᵐ	.	O	227°5	55°2	202°5	57°3	14°0
		2·3	L	223·0	50·0	193·0	58·0	19·2
91	12 32	3	O	283·5	38·0	278·5	27·0	11·8
		3	L	278·5	37·5	275·5	28·5	9·4
92	13 56	3	O	43·5	52·5	77·5	49·0	21·6
		2	L	51·5	56·5	76·5	50·5 (:)	15·9

Schon die bloße Durchsicht dieses Tableaus ist sehr lehrreich, und zeigt wie vielerlei Täuschungen bei so rasch verlaufenden Phänomenen vorkommen können. So z. B. fallen die Meteore Nr. 6, 48, 52, 55, 60, 61 und 76 für den einen Beobachter scheinbar sehr steil zum Theil fast lothrecht herab, für den anderen mäßig geneigt: bei Nr. 33 hingegen zeigt sich ein ähnliches Verhältniß beim Aufsteigen; die Meteore Nr. 5, 19 und 58 scheinen dem einen Beobachter zu steigen, dem anderen zu fallen; die Bahnlagen von Nr. 4, 30, 32 und 46 sind stark gegen einander verschoben, bei Nr. 6, 61, 63 und 88 liegt die eine Bahn ganz zwischen den Endpunkten der anderen; bei Nr. 36 ist Oppolzer's Bahn geradezu eine Fortsetzung der von Palisa, während die Rosner's zwischen den Endpunkten von beiden liegt; bei Nr. 21 endlich ist Oppolzer's Bahn wieder nur als eine Fortsetzung von der Rosner's zu betrachten, doch so daß beide noch nicht einmal zusammenstoßen etc. Auf das Vorkommen aller dieser und ähnlicher Verhältnisse bei correspondirenden Beobachtungen, an verschiedenen Orten machte schon Bessel in seiner classischen Abhandlung über Sternschnuppen (Astr. Nach. B. XVI, p. 321 ff.) aufmerksam, und man hat daraus mehrfach den Schluß gezogen, daß zuweilen Sternschnuppen an verschiedenen Orten, in verschiedenen Theilen ihrer Bahn gesehen werden. Die hier mitgetheilten Beobachtungen zeigen indeß, daß man nicht nöthig hat zu dieser gewagten Hypothese zu greifen, sondern daß bei Beobachtungen von Meteorbahnen zwischen den einzelnen Beobachtern persönliche Gleichungen vorkommen, welche ganz den Charakter tragen, als ob das Meteor nicht gleichzeitig erschienen und verschwunden sei. Um nun die Natur dieser persönlichen Gleichungen näher kennen zu lernen, habe ich noch die Unterschiede in den beobachteten Anfangs- und Endpunkten und in der Bahnlänge zugleich mit der Bewegungsrichtung des Meteores zusammengestellt. Auf diese letztere beziehen sich die 8. und 9. Columne, und zwar die 8. auf die Bewegungsrichtung in Azimuth, wo ein abnehmendes als negativ bezeichnet wurde, und die 9. auf die Bewegungsrichtung in Höhe, wo das negative Zeichen fallen bedeutet. Ein Doppelzeichen in einer dieser Columnen zeigt an, daß die beiden Beobachter die Bewegungsrichtung verschieden sahen, und das Zeichen der Unsicherheit (:), daß der Betrag der Bewegung in der betreffenden Coordinate sehr gering war.

O—P.

Datum	Nr.	Anfang		Ende		ΔL	Richtung	
		$\Delta\alpha \cos h$	Δh	$\Delta\alpha \cos h$	Δh		Azim.	Höhe
1869								
Juni 4	2	[−13°4	−9°0(:)]	+ 0°9	+2°0	[−16°1(:)]	—	—
„ 4	3	.	.	— 0·9	+5·0	.	—	— (:)
„ 4	6	+ 4·6	+1·0	[− 9·5	+1·0]	[−13·6]	+	—
„ 4	7	− 5·8	−5·0	[+ 1·8	−7·0]	− 4·9	—	—
„ 4	8	− 2·2	0·0	− 4·7	−0·5	− 1·8	+	—
„ 4	9	.	.	+ 2·3	−1·0	.	—	—
„ 4	10	− 3·9	−3·0	.	.		+	—
„ 4	11	[−12·2	−5·0]	− 0·8	+0·2	[−13·8]	—	—
„ 4	13	− 2·8	−3·0	+ 2·9	+1·0	−6·3	—	—
Juni 9	14	+ 4·2	+4·0	+ 3·1	0·0	+ 4·0	—	—
„ 9	15	− 3·2	+2·0	− 0·4	0·0	− 2·7	—	—
„ 9	16	.	.	+ 4·9	+1·0	.	?	—
„ 9	18	.	.	+ 1·9	−3·0	.	—	—
„ 9	20	.	.	+ 3·8	+3·0	.	?	?
Juli 13	31	+ 1·6	+4·0	.	.	.	+	— (:)
„ 13	33	+ 0·7	−4·0	+ 0·2	0·0	+ 3·4	—	+
„ 13	34	− 3·5	−2·0	(−10·6	+1·0)	− 6·4	+	—
„ 13	36	+ 3·3	+0·5	(+ 9·1	−2·0)	(+ 6·0)	+	—
„ 13	38	− 3·9	−2·0	+ 2·2	+1·0	− 3·9	±	—
„ 13	39	+ 3·3	+1·0	+ 3·6	+2·0	+ 1·2	+	+
„ 13	42	.	.	+ 1·4	+1·0	.	?	—
„ 13	43	− 1·3	−1·0	− 3·1	+7·5	− 5·3	—	—
„ 13	44	− 1·4	−4·0	.	.	.	?	—
„ 13	46	[+ 2·7	−7·0]	[+ 8·1	−8·0]	− 0·8	—	—
„ 13	47	− 5·2	0·0	+ 3·6	+1·0	− 7·5	—	—
Aug. 4	48	+ 2·5	+4·0	+ 2·7	−4·0	+ 5·8	—	—
„ 4	49	− 0·6	+1·0	+ 0·6	+3·0	− 2·4	—	—
„ 4	50	− 0·8	+2·0	− 3·0	−1·0	− 0·6	+	—
„ 4	51	− 0·6	+2·0	− 0·4	0·0	− 1·4	+	+
„ 4	52	− 3·7	+4·0	0·0	−1·0	− 1·7	—	—
„ 4	53	0·0	+1·0	− 3·4	−3·0	+ 2·4	+	—
„ 4	54	− 1·9	+3·0	0·0	+6·0	− 1·9	—	—
„ 4	55	− 3·7	+5·0	0·0	+1·0	− 2·0	—	—
„ 4	56	+ 3·2	+1·5	+ 7·0	−4·0 (:)	+ 3·1 (:)	—	—
„ 4	57	− 1·3	+1·0	− 2·7	−0·5	− 1·1	+	—
„ 4	58	+ 1·1	+7·0	+ 3·6	−2·0	− 3·0	—	∓

P—F.

Datum	Nr.	Anfang Δα cos δ	Anfang Δδ	Ende Δα cos δ	Ende Δδ	ΔL	Richtung Azim.	Richtung Höhe
1869								
Aug. 5	61	— 5°9	— 1°0	+ 2°7	+5°0	+ 3°1	+	—
„ 5	62	— 0·6	— 3·0	0·0	—1·0	— 1·1	—	—
„ 5	63	+ 2·7	+ 1·0	(— 8·5	+5·0)	(+10·6)	—	+

P—R.

Juni 4	1	+ 0°7	— 3°0	0°0	—1°0	— 1°6	—	—	
„ 4	4	— 5·8	— 5·0	— 7·1	—3·0	— 1·9	+	—	
„ 4	5	— 2·8	— 3·0	— 3·1	+4·0	+ 1·5	—	±	
„ 4	6	[—10·1	— 5·0]	[+ 8·6	—3·0]	[+14·2]	+ (:)	—	
„ 4	7	0·0	+ 7·0	[— 6·5	+9·0]	+ 4·2	—	—	
„ 4	8	— 1·5	0·0	0·0	+1·0	+ 0·9	+	—	
„ 4	9	.	.	— 7·1	+3·0	.	—	—	
„ 4	10	+ 4·0	— 1·0	.	.	.	+	—	
„ 4	11	— 2·6	— 1·0	— 7·2	—1·0	+ 3·3	—	—	
„ 4	12	0·0	— 4·0	+ 1·0	0·0	— 3·6	—	—	
„ 4	13	+ 2·8	+ 7·0	+ 3·9	—3·0	+ 4·2	—	—	
Juni 9	14	— 4·0	+ 1·0	— 0·6	0·0	— 3·5	—	—	
„ 9	15	+ 4·8	— 1·0	— 0·8	—1·0	+ 5·9	—	—	
„ 9	18	.	.	0·0	—2·0	.	—	—	
Juli 12	22	.	.	— 0·6	+1·5	.	— (:)	—	
„ 12	23	0·0	— 2·5	— 1·9	+1·5	— 3·7	+	—	
„ 12	24	+ 4·6	+ 0·5 (:)	— 0·6	—0·5	+ 5·3	—	— (:)	
„ 12	25	— 1·5	+ 0·5	— 7·3	—2·5 (:)	+ 5·9 (:)	—	+ (:)	
„ 12	26	+ 3·6	+ 0·5 (:)	— 1·0	—0·5	+ 4·5 (:)	—	—	
„ 12	27	— 0·7	+ 0·5	0·0	+2·5	+ 0·6	+	?	
„ 12	28	+ 1·0	+ 0·5	+ 2·8	—0·5	+ 1·6	+	—	
„ 12	29	+ 4·5	— 2·5	+ 1·8	—2·5	— 1·3	+ (:)	—	
Juli 13	32	[— 6·4	—14·5]	[— 7·9	—7·0]	— 0·7	—	—	
„ 13	33	— 1·7	+ 1·0	— 0·7	+5·0	— 0·6	—	+	
„ 13	36	— 1·5	+ 2·0	— 4·8	+1·0	— 2·7	+	—	
„ 13	38	+ 3·5	+ 3·0 (:)	+ 1·9	+4·0	— 0·2 (:)	—	—	
„ 13	40	+ 3·8	+ 5·0	[+ 9·6	+7·0]	+ 3·7	+	?	
„ 13	41	— 2·4	+ 3·0	+ 1·9	+4·0	+ 0·5	+	—	
„ 13	42	.	.	+ 1·4	+1·0	.	?	—	
„ 13	45	+ 5·3	+ 4·0	[+14·0	+9·0]	[+ 7·6]	+	+	

O—F.

Datum	Nr.	Anfang		Ende		ΔL	Richtung	
		$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$		Azim.	Höhe
1869								
Aug. 2	59	+ 1°7	+ 4°0	— 0°9	+2°0	+ 1°9	+	—
„ 2	60	+ 2·0	— 1·0	+ 7·4	—5·0	+ 1·1	— (:)	—
Aug. 11	64	— 2·4	— 1·5	.	.	.	—	—
„ 11	65	+ 0·4	+ 2·5	+ 2·2	+0·5	+ 2·1	+	—
„ 11	66	.	.	0·0	+0·5		?	?
„ 11	67	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	+	—
„ 11	68	— 1·4	+ 2·0	— 1·0	+2·0	+ 0·3	+	— (:)
„ 11	69	+ 1·7	— 3·0	— 1·8	—2·0	— 2·3	+ (:)	—
„ 11	70	— 2·4	— 3·0	— 4·8	+ 4·0 (:)	— 4·0 (:)	—	—
„ 11	71	0·0	— 1·0	— 2·7	—5·0	+ 4·8	—	—

O—L.

Aug. 13	72	+ 4°3	— 3°0	+ 3°7	+2°0 (:)	— 4°9	+	—
„ 13	73	.	.	+ 1·0	+1·0	.	+	—
„ 13	74	— 6·2	— 3·0	+ 0·9	0·0	— 7·6	—	—
„ 13	76	+ 3·8	0·0	— 1·9	0·0	+ 3·4	— (:)	—
1870								
April 20	77	+ 0·4	+ 4·5	+ 3·3	+2·5	— 0·4	—	—
„ 20	78	— 4·1	— 1·5	— 0·7	+3·5	— 4·2	—	±
„ 20	79	— 0·5	+ 1·0	+ 2·9	+6·0 (:)	— 5·5 (:)	—	—
„ 20	80	— 0·3	+ 5·5	— 5·4	+4·5	+ 3·4	—	—
„ 20	81	+ 1·4	+ 1·0	+ 5·9	+2·2	— 4·4 (:)	—	—
April 21	82	— 4·8	+ 4·0	— 4·2	+2·5	— 0·5	—	—
„ 21	83	+ 0·9	+ 5·5	.	.	.	—	—
„ 21	84	+ 2·1	— 2·5 (:)	+ 5·4	0·0 (:)	— 3·1 (:)	—	— (:)
„ 21	85	+ 0·4	— 2·0	+ 0·4	—0·1	— 0·1	—	— (:)
„ 21	86	+ 3·3	+ 5·5 (:)	+ 6·1	+4·0 (:)	— 3·3 (:)	—	—
„ 21	87	[+ 0·4	— 8·5]	+ 0·4	—1·5	— 6·9	— (:)	—
„ 21	88	— 1·1	+ 3·5	+ 2·8	+2·0	+ 1·1	+	+
„ 21	89	— 3·7	+ 1·0	— 5·3	—1·0	+ 2·4	—	—
April 22	90	+ 3·0	+ 5·2	+ 5·0	—0·7	— 5·2	—	+
„ 22	91	+ 4·0	+ 0·5	+ 2·6	—1·5	+ 2·4	—	—
„ 22	92	— 4·7	— 4·0	+ 0·6	—1·5	+ 5·7 (:)	+	—

O—R.

Juni 4	6	— 5°5	— 4°0	— 0°9	—2°0	+ 0°6	+ (:)	—
„ 4	7	— 6·0	+ 2·0	— 4·9	+2·0	— 0·7	— (:)	—
„ 4	8	— 3·8	0·0	— 4·7	+0·5	— 0·9	+	—
„ 4	9	— 6·4	+ 4·0	— 4·8	+2·0	+ 1·1	—	—
„ 4	10	+ 0·4	— 4·0	— 4·5	—7·0 (:)	— 0·4 (:)	+	—
„ 4	11	[—14·7	— 6·0]	— 7·9	+1·0	[—10·5]	—	—
„ 4	13	0·0	+ 4·0	+ 6·8	—2·0	— 2·1	—	—

Datum	Nr.	Anfang		Ende		ΔL	Richtung	
		$\Delta\alpha \cos h$	Δh	$\Delta\alpha \cos h$	Δh		Azim.	Höhe
1869								
Juni 9	14	+ 0°5	+5°0	+ 2°5	0°0	+ 0°5	—	—
„ 9	15	+ 1·6	+1·0	+ 1·2	—1·0	+ 3·2	—	—
„ 9	17	0·0	—3·0	+ 2·1	—5·0	+ 3·8	+	—
„ 9	18	.	.	+ 1·9	—5·0	.	—	—
„ 9	19	+ 1·3	+5·0	+ 3·5	—4·0	— 1·9	— (:)	±
„ 9	21	+ 7·6	0·0	+ 7·4	—8·0	+ 4·2	+	∓
Juli 13	30	[—15·0	0·0]	[— 5·9	—1·0]	[— 6·7]	—	+
„ 13	31	.	.	— 3·9	—6·0	.	+	—
„ 13	33	— 1·1	—3·0	— 0·5	+5·0	+ 2·8	—	+
„ 13	35	— 0·5	—3·0	+ 1·4	0·0	— 3·4	— (:)	—
„ 13	36	+ 1·9	+2·5	+ 4·4	—1·0	+ 3·3	+	—
„ 13	37	+ 1·4	0·0	— 3·4	+2·0	— 4·2	+	—
„ 13	38	— 0·4	+1·0	+ 4·1	+5·0	— 4·1 (:)	— (:)	—
„ 13	12	+ 2·3	—1·0	+ 1·4	+2·0	— 3·1	?	—

Vergleicht man nun zuerst die Unterschiede der Bahnlänge, so fällt sogleich das Vorherrschen eines bestimmten Zeichens zwischen einzelnen Beobachtern auf, insbesondere zwischen Oppolzer und Palisa, wo unter 27 Fällen der Unterschied 20mal negativ und nur 7mal positiv ist, was beweist, daß Oppolzer die Meteorbahnen in der Regel kürzer sah als Palisa. Dasselbe zeigt sich zwischen Oppolzer und Littrow, indem Oppolzer unter 18 Bahnen 12 kürzer und nur 6 länger notirte als Littrow, während in der Differenz Palisa-Rosner das Vorwiegen des positiven Zeichens Palisa's Bahnen als die längeren erkennen läßt. Nimmt man nun, um einen Maßstab für den mittleren Werth des Unterschiedes in den Bahnlängen der einzelnen Beobachter zu erhalten, das Mittel der Columne ΔL, und läßt man dabei einige Bahnen (sie sind in der Columne ΔL eingeklammert worden) weg, wo der eine Beobachter, wie aus der Vergleichung der Beobachtungsdaten leicht ersichtlich ist, offenbar nicht den Anfang (Nr. 2 und 4) oder das Ende (Nr. 6, 36, 45 und 63) der Meteorbahn sah, oder eine Irrung (Nr. 30) vorgefallen sein muß, so ergibt sich;

$\overbrace{\qquad\qquad}^{\Delta L}$

$O - P = -1°5$ (23 Bahnen; Mittel der Bahnlängen 11°1)
$P - R = +1·0$ (23 „ „ „ „ 9·8)
$O - L = -1·5$ (18 „ „ „ „ 14·5)
$O - R = -0·1$ (17 „ „ „ „ 8·0)
$O - F = -0·0$ (8 „ „ „ „ 8·1)
$P - F = +1·0$ (2 „ „ „ „ 8·4).

Alle vorkommenden Combinationen weisen wie man sieht, übereinstimmend darauf hin, daß Oppolzer, Felgel und Rosner die Meteorbahnen fast gleich lang schätzten, jedoch kürzer als Palisa und Littrow, und verbürgen dadurch die Realität des gefundenen Resultates. Diesem entsprechend, tritt auch bei jenen Beobachtern, welche die Bahnlängen verschieden auffassen, vielfach eine Correspondenz der Zeichen der Differenzen $\Delta a \cos h$ und Δh mit den betreffenden Bewegungsrichtungen hervor, besonders in der letzteren sich meistens am stärksten ändernden Coordinate. Am auffälligsten ist dieß bei den Anfangspunkten zwischen Oppolzer und Palisa am 4. August, zwischen Oppolzer und Littrow am 20. April, zwischen Rosner und Palisa am 4. Juni, an welchen Tagen die Meteore dem zuerstgenannten Beobachter fast immer später aufzuflammen schienen. Ebenso schienen die Sternschnuppen an allen Abenden zwischen Oppolzer und Littrow, und am 4. August auch zwischen Oppolzer und Palisa, für Oppolzer in der Regel früher zu erlöschen[1]). Der Grund dieser Erscheinung dürfte wohl am einfachsten und naturgemäßesten darin zu suchen sein, daß mancher Beobachter sich eine Meteorbahn, während er sie mit den Augen verfolgt, längs ihrer Richtung unwillkürlich über die Endpunkte hinaus verlängert. Die Größen $\Delta a \cos h$ und Δh sind daher nicht als Beobachtungsfehler allein zu betrachten, sondern entstehen aus der Combination dieser mit andern constant wirkenden Fehlerquellen. Behandelt man jedoch diese Größen oder vielmehr den Abstand der beobachteten Anfangs- und Endpunkte einer Bahn im Bogen größten Kreises, nämlich den Ausdruck

$$v = \sqrt{(\Delta a \cos h)^2 + \Delta h^2}$$

als reinen Beobachtungsfehler, um die Unsicherheit, mit der vermöge beider Fehlerquellen die Anfangs- und Endpunkte behaftet sind, kennen zu lernen, und mit einander vergleichen zu können, so wird namentlich die Bahnrichtung bei weitem genauer wiedergegeben worden sein, als die so gefundenen Fehler vermuthen lassen, vorausgesetzt, daß die obige Erklärung der persönlichen Gleichung die rich-

---

[1]) Ich habe auch versucht die Unterschiede in den beobachteten Bahnlängen als Functionen der Größe des Meteores und der Länge seiner Bahn darzustellen, bin aber dabei zu keinem verbürgbaren positiven Resultate gelangt, weil für derartige Untersuchungen das vorliegende Material bei weitem nicht ausreicht.

tige ist. Bei der Bildung des mittleren Werthes von v nach der Methode der kleinsten Quadrate wurden wieder einige (im früheren Tableau ebenfalls durch Einklammern ersichtlich gemachte) Angaben weggelassen, wo der eine Beobachter entweder den Anfangs- (Nr. 2, 11 und 87) oder Endpunkt (Nr. 7, 34, 36, 40, 45 und 63) übersehen haben muß, oder die Bahnen ungemein stark gegen einander verschoben sind (Nr. 21, 30, 32 und 46) weil mir in diesen extremen Fällen die Größe v kein Maß für die mittlere Unsicherheit einer Beobachtung zu geben schien. In der folgenden Zusammenstellung bedeuten v_a und v_e den Werth von v für die Anfangs- und Endpunkte.

Beobachter	v_a	Zahl der Beob.	v_e	Zahl der Beob.	v_m	Zahl der Beob.
O, P	±4°37	27	±4°04	28	±4°16	55
O, L	4·90	18	4·78	17	4·77	35
O, R	4·42	16	5·39	19	4·90	35
P, R	4·55	24	4·25	24	4·36	48
O, F	±3·00	9	±4·66	9	3·80	18
P, F	.	.	.	.	4·66	5
				Im Mittel .	±4·38	196

Die Untersuchung führt zu dem ganz unerwarteten Resultate, daß der Endpunkt im Allgemeinen nur ein wenig, aber kaum merkbar genauer beobachtet wird als der Anfangspunkt; ein wohl kaum minder überraschendes Resultat als das, welches vor einigen Jahren Dunkin aus der Discussion der Greenwicher Meridianbeobachtungen (Monthl. Not. Roy. Astr. Soc. XXIV. 152) ableitete, daß die Fadenantritte aller Sterne von der ersten bis sechsten Größe hinab, gleich sicher beobachtet werden.

Wegen der geringen wohl meist weit innerhalb der Unsicherheit des gefundenen Werthes liegenden Abweichungen von v_a und v_e habe ich für jedes Paar von Beobachtern die Anfangs- und Endpunkte zusammengefaßt, und so die Mittelwerthe v_m gefunden. Aus diesen könnte man leicht das jedem einzelnen Beobachter zukommende v berechnen, allein auch hier sind die Unterschiede der v_m ihrer Größe, und immerhin verhältnißmäßig geringen Zahl von Beobachtungen

gegenüber, aus denen sie ermittelt wurden, kaum erheblich genug, um ein solches Verfahren zu rechtfertigen. Ich habe es daher vorgezogen anzunehmen, daß alle Herren gleich gut beobachteten, und demgemäß aus den v_m nochmals ihren Mittelwerth: $v_m = \pm 4°38$ gebildet. Unter dieser Voraussetzung entfällt auf jeden einzelnen Beobachter als Betrag der mittleren Unsicherheit seiner Beobachtung $\varepsilon = \frac{v_m}{\sqrt{2}}$ und der wahrscheinlichen $r = 0{\cdot}6745\,\varepsilon$; man kann daher bei Beobachtungen mit Meteoroskopen als Inbegriff der zufälligen Beobachtungsfehler und constanten Auffassungsunterschiede für eine Einstellung annehmen:

Mittlerer Fehler	$\varepsilon = \pm 3°10$	(196 Beobachtungen)
Wahrscheinlicher Fehler	$r = \pm 2{\cdot}09$	„ „

Es wurde früher erwähnt, daß die Bahnrichtungen wahrscheinlich genauer sein dürften als die jetzt gefundenen Fehler vermuthen ließen. Dieß scheint auch in der That der Fall zu sein. Ich habe nämlich, wie aus dem Folgenden sich ergeben wird, bei 32 correspondirend zwischen Wien, Brünn, Melk und dem Semmering beobachteten Meteoren, bei denen mir die Position der Radiationspunkte, aus denen sie ausstrahlten, hinreichend sicher ermittelt schien, die Bahnlage so corrigirt, daß sie wirklich durch den Radiationspunkt hindurchgehen. Die dazu erforderlichen, der angewendeten Methode zu Folge einander sehr nahe gleichen Correctionen der Anfangs- und Endpunkte auf die richtige Bahnlage, welche später am geeigneten Orte mitgetheilt sind, liefern für den mittleren (ε') und wahrscheinlichen (r') Fehler eines Anfangs- oder Endpunktes:

Mittlerer Fehler	$\varepsilon' = \pm 1°6$	(64 Bahnen)
Wahrscheinlicher Fehler	$r' = \pm 1{\cdot}0$	„ „

also bei weitem kleinere Quantitäten, als die früher gefundenen ε und r.

Es schien mir nicht ohne Interesse zu untersuchen, ob auch bei Meteorbeobachtungen nach der gewöhnlich gebräuchlichen Methode durch Einzeichnung der Bahnen in Sternkarten die Anfangs- und Endpunkte gleich sicher bestimmt werden, oder ob dieß blos eine Eigenthümlichkeit der Beobachtungen mit Hilfe von Meteoroskopen sei. Zu dieser Untersuchung geben jene Höhenberechnungen, ein wenn auch indirectes, so doch sehr gutes Mittel an die Hand, bei

denen sowohl für die Anfangs- als Endpunkte die kleinsten, von Bessel f genannten, Änderungen berechnet sind, welche an die beobachteten Positionen angebracht werden müssen, um sie zu gleichzeitigen zu machen. Diese Quantitäten fand ich bei den Höhenberechnungen, die Erman Astron. Nachr. Bd. XVII, p. 315 ff. und Bd. XIX, p. 27 ff. mittheilt, und denen die J. F. Schmidt in seinem Werke „Resultate aus zehnjährigen Beobachtungen über Sternschnuppen" ausführte, angegeben, und behandelte sie ganz so wie oben die Differenzen in den Anfangs- und Endpunkten zwischen verschiedenen Beobachtern als reine Beobachtungsfehler nach der Methode der kleinsten Quadrate. Um jedoch auch hier die extremen Fälle zu vermeiden, habe ich alle jene Angaben vollständig weggelassen, bei denen f in dem einen Endpunkte 6° überstieg, unter anderen auch die Beobachtungen zwischen Breslau und Berlin am 14. November 1836 (Astron. Nachr. Bd. XVII, p. 317) weil diese Grenze unter 4 Meteoren bei dreien überschritten wurde. Die übrigen ergaben als mittleren Werth von f für den Anfangs- (f_a) und Endpunkt (f_e):

Berechner	f_a	f_e	f_m
Erman (29 Bahnen) . .	2°77	2°88	2°80
Schmidt (28 Bahnen) .	3·01	2·42	2·71
Im Mittel (57 Bahnen) .	2·87	2·63	2·75

Die geringen Unterschiede zwischen f_a und f_e weisen darauf hin, daß auch bei diesen Bahnen die Anfangs- und Endpunkte sehr nahe gleich gut beobachtet wurden; ich habe daher auch hier, auf dieselbe Art wie früher v_a und v_e, f_a und f_e zu den Mittelwerthen f_m vereinigt.

Die Größe f kann man als die Projection des Beobachtungsfehlers auf eine Ebene gelten lassen, welche senkrecht auf die durch die beiden Beobachtungsstationen und den Ort der Sternschnuppe gelegten Ebene errichtet ist. Es wäre demnach der mittlere Beobachtungsfehler $\varepsilon = \frac{\pi}{2} f_m = 4°31$, vorausgesetzt, daß die Zahl der Beobachtungen schon für groß genug erachtet wird, um die Wahrscheinlichkeitsrechnung mit Sicherheit anwenden zu können. Ver-

gleicht man dieß mit dem Werthe von $\varepsilon = 3°10$, wie er aus den Meteoroskopbeobachtungen abgeleitet wurde, so sieht man daß diese jenen keineswegs an Genauigkeit nachstehen, sondern sie sogar erheblich übertreffen. Mit diesem Resultate stehen auch die Höhenberechnungen im Einklange, welche in der 3. Abtheilung dieser Abhandlung mitgetheilt werden. Denn während, abgesehen von den 32 Bahnen, deren Lage zuerst corrigirt wurde, unter dem Reste von 23 Bahnen blos zwei scheinbar aufsteigende vorkommen, kommen unter den 29 von Erman deren sechs und unter den 28 von Schmidt deren sieben vor, obwohl die Standlinien bei den letztgenannten Beobachtungen im Allgemeinen länger waren als bei den meinigen.

Zu einem andern Ergebnisse führen die Beobachtungen, die Schmidt im November 1849 mit Thormann anstellte (Schmidt Resultate aus zehnjährigen Beobachtungen über Sternschnuppen, p. 117), um den wahrscheinlichen Fehler beim Einzeichnen von Meteorbahnen in Karten zu ermitteln: die einzigen mir bekannten Beobachtungen dieser Art. Wohl zeigen auch sie Spuren vom Vorhandensein constanter Auffassungsdifferenzen zwischen Schmidt und Thormann; berechnet man indeß so wie früher aus den mitgetheilten Unterschieden $(\alpha'-\alpha)\cos\frac{\delta'+\delta}{2}$ und $\delta'-\delta$ die Größe

$$v = \sqrt{(\delta'-\delta)^2+(\alpha'-\alpha)^2\cos^2\frac{\delta'+\delta}{2}}$$

so erhält man:

$v_a = \pm 3°52$ (25 Beobachtungen)
$v_e = \pm 2·21$ (43 „).

Es erweisen sich daher nicht nur die Endpunkte als bedeutend sicherer beobachtet, sondern es sind auch die Beobachtungen überhaupt genauer, als die mit Hilfe des Meteoroskopes, bei denen $v_a = v_e = \pm 4°38$ war. Der Grund dieser Discordanz ist schwer angebbar: er liegt möglicher Weise darin, daß sich zufällig hier zwei Beobachter verglichen haben, die eine sehr geringe persönliche Gleichung unter einander hatten.

Das Resultat aller vorhergehenden Untersuchungen läßt sich nun in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Bei Meteorbeobachtungen treten zwischen den einzelnen Beobachtern persönliche Gleichungen (wenn man so sagen darf) auf, welche ganz den Charakter tragen, als ob die Meteore nicht gleichzeitig er-

scheinen und verschwinden würden, indem namentlich die Bahnlängen von verschiedenen Beobachtern auch verschieden angegeben werden.

2. Die Anfangs- und Endpunkte der Meteorbahnen werden mit Meteoroskopen nahezu gleich sicher beobachtet, und es beträgt der wahrscheinliche Einstellungsfehler, verbunden mit der persönlichen Gleichung für jeden Endpunkt $r = \pm 2^{\circ}1$. Die Richtung der Meteorbahn wird jedoch in der Regel genauer angegeben als diese Fehler vermuthen lassen.

3. Nach den Ergebnissen der Berechnungen correspondirender Beobachtungen zu urtheilen, erhält man auch beim Einzeichnen der Meteorbahnen in Sternkarten die Positionen der Anfangs- und Endpunkte beiläufig mit derselben Genauigkeit, die jedoch der bei Beobachtungen mit Meteoroskopen nachsteht. Eine directe Beobachtungsreihe führt indeß zu anderen Resultaten, und es wäre daher sehr zu wünschen, daß die bei der Einzeichnung von Meteorbahnen erreichbare Genauigkeit einmal einer gründlichen Untersuchung unterzogen würde.

b) Berechnung correspondirender Sternschnuppenbeobachtungen.

Wir haben soeben gesehen, daß die Sternschnuppen verschiedenen Beobachtern nicht gleichzeitig aufzuflammen und zu verlöschen scheinen, und daß die Fehler in den Anfangs- und Endpunkten die Bahnlage nur zum Theile verfälschen. Unter diesen Umständen ist es wohl am zweckmäßigsten bei der Berechnung correspondirender Beobachtungen die Annahme der Gleichzeitigkeit zu verlassen, die an dem einen Ende der Standlinie notirten Positionen blos zur Bestimmung der Bahnebene zu verwenden, und die Durchschnittspunkte der am andern Ende beobachteten Richtungslinien mit dieser Ebene als Orte der Sternschnuppe zu betrachten. Eine solche Berechnungsart schlug schon Bessel in seiner classischen Abhandlung über Sternschnuppen vor, und gab als wichtige Ergänzung seiner Methode auch Formeln an, mittelst welchen man den größtmöglichen Einfluß von Beobachtungsfehlern auf das gewonnene Resultat zu berechnen, und darnach das Vertrauen das es verdient wenigstens einigermaßen zu beurtheilen im Stande ist. Allein Bessel's Formeln sind viel zu weitläufig um eine allgemeinere Anwendung zuzulassen, und es wurden auch, wohl nur deßhalb, so viel mir bekannt, Meteorbahnen nach ihnen eigentlich nie vollständig berechnet. Man begnügte sich nämlich nach Bessels Vorgange immer die Höhenberechnungen nur aus der

Bahnlage des einen Ortes verbunden mit den Richtungsangaben am zweiten auszuführen, während das sicherste Resultat offenbar erst dadurch zu erlangen ist, daß man die Höhen auch aus der Bahnlage des zweiten, und den Richtungsangaben des ersten Ortes bestimmt, und aus den so gewonnenen Zahlen das Mittel, je nach Umständen, einfach oder nach Gewichten zieht.

Die Beobachtungen der letzten Decennien haben uns ferner gelehrt, daß die Meteore nicht einzeln, sondern zu langgestreckten Strömen vereinigt, die Sonne umkreisen, und es ist auch gelungen die Bahnen einzelner dieser Ströme durch Bestimmung der ihnen angehörigen Radiationspunkte mit größerer oder geringerer Sicherheit zu ermitteln. Da nun der Radiationspunkt eines Meteores, durch Ortsveränderung auf der Erde nicht alterirt wird, und die Bahnebene bei der Bessel'schen Berechnungsmethode einen der wichtigsten Factoren bildet, wird man dort, wo der Radiant eines Meteores hinreichend scharf bekannt ist, die Sicherheit des Resultates wesentlich erhöhen, wenn man die beobachteten Bahnen zuerst so corrigirt, daß sie in der That durch denselben hindurchgehen. Ich werde daher im folgenden zunächst Formeln zur Höhenberechnung der Meteore entwickeln, für den Fall, daß der Radiationspunkt bekannt ist.

1. Berechnung von Meteorbahnen bei bekanntem Radiationspunkte.

Sei (Fig. 1) MM_2 die Projection der an dem einen Orte beobachteten Meteorbahn auf die Himmelskugel, R der Radiationspunkt, so wird die Verlängerung der Bahn nach rückwärts im Allgemeinen nicht durch diesen hindurchgehen. Das letztere wird man, ohne den Beobachtungen mehr Zwang anzuthun als nöthig ist, am einfachsten dadurch erreichen können, daß man durch den Radianten und Bahnmittelpunkt (S) einen größten Kreis hindurchlegt, und die ganze Bahn um ihre Mitte in denselben hineindreht.

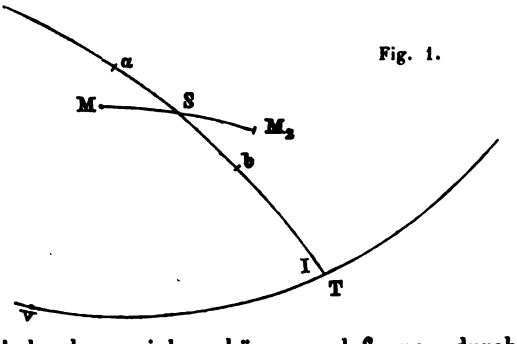


Fig. 1.

Nennt man nun:

α^0, δ^0; α_2^0, δ_2^0 die beobachteten Anfangs- und Endpunkte der Meteorbahn MM_2;

α_m, δ_m die Coordinaten der Bahnmitte S;

L die Länge der Meteorbahn MM_2; daher $MS = SM_2 = \frac{L}{2}$;

A, D die Position des Radianten R;

Ω, J Länge des Knotens und Neigung des durch den Radiationspunkt und die Bahnmitte gelegten größten Kreises RST;

$E = ST$ die Entfernung der Bahnmitte vom Knoten des größten Kreises RST; endlich

α, δ; α_2, δ_2 die Endpunkte a b der in den größten Kreis RST gedrehten Meteorbahn;

so erhält man zuerst die Größen L; α_m δ_m; Ω, J und E aus den folgenden Formeln, deren Ableitung so einfach ist, daß ich sie füglich übergehen kann.

$$(1) \qquad \sin^2\frac{L}{2} = \sin^2\tfrac{1}{2}(\delta^0 - \delta_2^0) + \cos\delta^0 \cos\delta_2^0 \sin^2\tfrac{1}{2}(\alpha^0 - \alpha_2^0)$$

$$(2) \quad \begin{cases} \cot\delta_m \sin\left(\alpha_m - \dfrac{\alpha^0+\alpha_2^0}{2}\right) = -\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\delta^0 - \delta_2^0)\sin\tfrac{1}{2}(\alpha^0 - \alpha_2^0) \\ \cot\delta_m \cos\left(\alpha_m - \dfrac{\alpha^0+\alpha_2^0}{2}\right) = \cot\tfrac{1}{2}(\delta^0 + \delta_2^0)\cos\tfrac{1}{2}(\alpha^0 - \alpha_2^0) \end{cases}$$

$$(3) \quad \begin{cases} \operatorname{tg}(\Omega - \alpha_m) = \dfrac{\operatorname{tg}\delta_m \sin(\alpha_m - A)}{\operatorname{tg} D - \operatorname{tg}\delta_m \cos(\alpha_m - A)} \\ \operatorname{tg} E \sin J = \dfrac{\operatorname{tg}\delta_m}{\cos(\Omega - \alpha_m)} \\ \operatorname{tg} E \cos J = \operatorname{tg}(\Omega - \alpha_m). \end{cases}$$

Die Anwendung der Formel (1) statt der gewöhnlichen

$$\cos L = \sin\delta_2^0 \sin\delta_2^0 + \cos\delta^0 \cos\delta_2^0 \cos(\alpha^0 - \alpha_2^0)$$

ist deßhalb anzurathen, weil in den meisten Fällen L eine mäßige Größe hat, und deren Berechnung auch etwas einfacher, wenn man eine Tafel sich construirt, welche mit dem Argumente x die Größen $\sin^2\frac{x}{2}$ und $l\sin^2\frac{x}{2}$ in Intervallen von Zehntheilen eines Grades fortschreitend gibt. Eine solche Tafel bis $x = 33^\circ$, die in der Regel ausreichen wird, habe ich dieser Abhandlung beigegeben.

Die Quadranten der Größen Ω, J und E kann man beliebig wählen, da sie nur die Rolle von Hilfsgrößen spielen. Des folgenden

wegen ist es aber am bequemsten, J immer im 1. Quadranten anzunehmen: dann sind Ω und E so zu bestimmen, daß sin $(\Omega - \alpha_m)$ das Zeichen von tg δ_m und cos E das von cos $(\Omega - \alpha_m)$ erhält.

Nach der Berechnung von Ω, J und E findet man α, δ; α_2, δ_2 durch:

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{tg}(\Omega-\alpha) &= \operatorname{tg}\left(E \pm \frac{L}{2}\right)\cos J \\ \operatorname{tg}(\Omega-\alpha_2) &= \operatorname{tg}\left(E \mp \frac{L}{2}\right)\cos J \\ \operatorname{tg}\delta &= \sin(\Omega-\alpha)\operatorname{tg} J \\ \operatorname{tg}\delta_2 &= \sin(\Omega-\alpha_2)\operatorname{tg} J \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Sollte das Meteor sehr nahe in einem Declinationskreise sich bewegen, also J nahe an $90°$ sein, so kann man statt der beiden letzten Formeln zur Berechnung von δ und δ_2 mit Vortheil verwenden:

$$\sin\delta = \sin\left(E \pm \frac{L}{2}\right)\sin J$$

$$\sin\delta_2 = \sin\left(E \mp \frac{L}{2}\right)\sin J.$$

Bezeichnet man ferner die analogen sich auf den zweiten Ort beziehenden Größen mit denselben Buchstaben, unterscheidet sie jedoch, so wie im folgenden immer durch Striche von diesen, und seien demgemäß (Fig. 2)

a, b die Anfangs- und Endpunkte α, δ; α_2, δ_2 der am ersten Orte O gesehenen, wie oben so ausgeglichenen Bahn, daß sie durch den Radianten R hindurchgeht;

a', b' die Anfangs- und Endpunkte α', δ'; α_2', δ_2' der ebenso ausgeglichenen am zweiten Orte O' gesehenen Bahn;

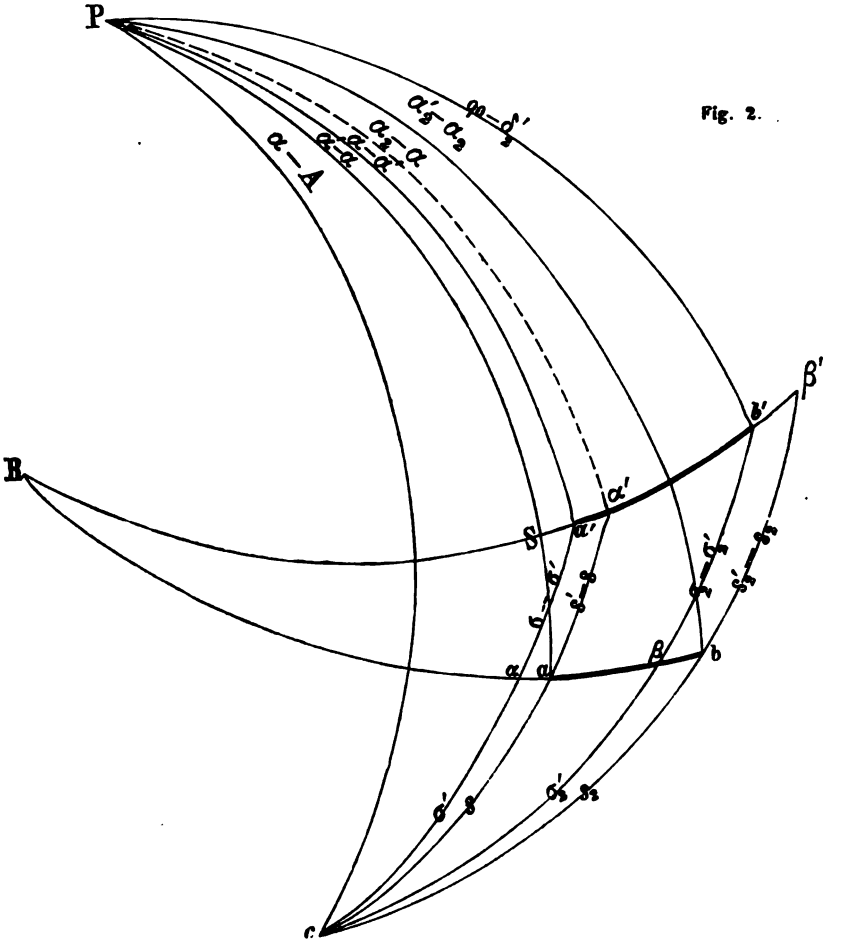
$ab = L$; $a'b' = L'$ die betreffenden Bahnlängen;

A, D die Position c des zweiten Ortes O' bezogen auf den ersten O; endlich die Bogen:

$$ca = s \qquad cb = s_2 \qquad ca' = \sigma \qquad cb' = \sigma_2$$

$$c\alpha' = s' \qquad c\beta' = s_2' \qquad c\alpha = \sigma' \qquad c\beta = \sigma_2',$$

so ist α' der Durchschnittspunkt der am zweiten Orte beobachteten Meteorbahn, mit der durch beide Orte und den am ersten beobachteten Anfangspunkt gelegten Ebene, also der Durchschnittspunkt



der größten Kreise a' b' und ca. Man erhält deßhalb die Coordinaten a, d von α' aus den Gleichungen:

$$(\alpha_1)\begin{cases} \operatorname{tg}\delta' \sin(\alpha_2' - a) - \operatorname{tg}\delta_2' \sin(\alpha' - a) + \operatorname{tg} d \sin(\alpha' - \alpha_2') = 0 \\ \operatorname{tg}\delta \sin(A - a) - \operatorname{tg} D \sin(\alpha - a) + \operatorname{tg} d \sin(\alpha - A) = 0. \end{cases}$$

Eine ähnliche leicht ersichtliche Bedeutung haben die Punkte β', α, β und können aus ähnlichen Relationen berechnet werden.

Setzt man in den Gleichungen (α_1) in allen Gliedern in denen a erscheint $(+m-m)$ hinzu, entwickelt die nun vorkommenden Sinus nach dem Bogen $m-a$ und eliminirt sodann aus beiden Gleichungen $\cos(m-a)$ so gewinnt man

$$\sin(m-a) =$$

$$\operatorname{tg}\delta\frac{\sin(\alpha_1'-\alpha')[\operatorname{tg}\delta\sin(A-M)-\operatorname{tg}D\sin(\alpha-M)]-\sin(\alpha-A)[\operatorname{tg}\delta'\sin(\alpha_2'-m)-\operatorname{tg}\delta_2'\sin(\alpha'-m)]}{\operatorname{tg}\delta'[\operatorname{tg}\delta\sin(A-\alpha_1')-\operatorname{tg}D\sin(\alpha-\alpha_1')]-\operatorname{tg}\delta_2'[\operatorname{tg}\delta\sin(A-\alpha')-\operatorname{tg}D\sin(\alpha-\alpha')]}(\alpha_2).$$

Sei endlich die Entfernung des Anfangspunktes des Meteores beim Aufleuchten am ersten Orte O von diesem $Oa = r$, die Distanz beider Orte $OO' = R$, so ist (Fig. 3)

$$\sphericalangle aOc = s;$$

$$\sphericalangle aO'c = s'$$

$$r = R\frac{\sin s'}{\sin(s'-s)}.$$

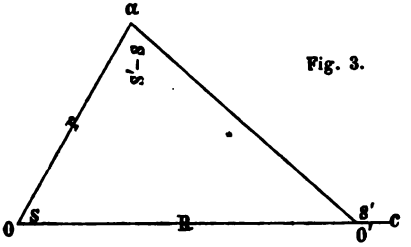


Fig. 3.

Allein aus den Dreiecken $Pc\alpha'$, und $Pa\alpha'$ (Fig. 2) folgt wenn man den Winkel $P\alpha'a = \gamma$ setzt

$$\sin s'\sin\gamma = \cos D\sin(a-A)$$

$$\sin(s'-s)\sin\gamma = \cos\delta\sin(a-\alpha)$$

oder

$$\frac{\sin s'}{\sin(s'-s)} = \frac{\cos D}{\cos\delta}\cdot\frac{\sin(a-A)}{\sin(a-\alpha)} =$$

$$= \frac{\cos D}{\cos\delta}\cdot\frac{\operatorname{tg}\delta'\sin(\alpha_2'-A)-\operatorname{tg}\delta_2'\sin(\alpha'-A)+\operatorname{tg}D\sin(\alpha'-\alpha_2')}{\operatorname{tg}\delta'\sin(\alpha_2'-\alpha)-\operatorname{tg}\delta_2'\sin(\alpha'-\alpha)+\operatorname{tg}\delta\sin(\alpha'-\alpha_2')}$$

indem man von der Formel (α_2) Gebrauch machend einmal $m = A$ hierauf $m = \alpha$ sein läßt, und die so erhaltenen Sinus von $(A-a)$ und $(\alpha-a)$ durch einander dividirt.

Ganz in gleicher Weise erhält man die Entfernung des Endpunktes r_2 vom ersten Orte: ferner die Entfernungen r' und r_2' beim Aufleuchten und Verschwinden des Meteores am zweiten Orte von diesem, nämlich

$$(\alpha_4)\quad \left\{\begin{array}{l} r = R\,\dfrac{\sin s'}{\sin(s'-s)} \\ = \dfrac{R\cos D}{\cos\delta}\cdot\dfrac{\operatorname{tg}\delta'\sin(\alpha_2'-A)-\operatorname{tg}\delta_2'\sin(\alpha'-A)+\operatorname{tg}D\sin(\alpha'-\alpha_2')}{\operatorname{tg}\delta'\sin(\alpha_2'-\alpha)-\operatorname{tg}\delta_2'\sin(\alpha'-\alpha)+\operatorname{tg}\delta\sin(\alpha'-\alpha_2')} \\ r_2 = R\,\dfrac{\sin s_2'}{\sin(s_2'-s_2)} \\ = \dfrac{R\cos D}{\cos\delta_2}\cdot\dfrac{\operatorname{tg}\delta'\sin(\alpha_2'-A)-\operatorname{tg}\delta_2'\sin(\alpha'-A)+\operatorname{tg}D\sin(\alpha'-\alpha_2')}{\operatorname{tg}\delta'\sin(\alpha_2'-\alpha_2)-\operatorname{tg}\delta_2'\sin(\alpha'-\alpha_2)+\operatorname{tg}\delta_2\sin(\alpha'-\alpha_2')} \\ r' = R\,\dfrac{\sin\sigma'}{\sin(\sigma-\sigma')} \\ = -\dfrac{R\cos D}{\cos\delta'}\cdot\dfrac{\operatorname{tg}\delta\sin(\alpha_2-A)-\operatorname{tg}\delta_2\sin(\alpha-A)+\operatorname{tg}D\sin(\alpha-\alpha_2)}{\operatorname{tg}\delta\sin(\alpha_2-\alpha')-\operatorname{tg}\delta_2\sin(\alpha-\alpha')+\operatorname{tg}\delta'\sin(\alpha-\alpha_2)} \\ r_2' = R\,\dfrac{\sin\sigma_2'}{\sin(\sigma_2-\sigma_2')} \\ = -\dfrac{R\cos D}{\cos\delta_2'}\cdot\dfrac{\operatorname{tg}\delta\sin(\alpha_2-A)-\operatorname{tg}\delta_2\sin(\alpha-A)+\operatorname{tg}D\sin(\alpha-\alpha_2)}{\operatorname{tg}\delta\sin(\alpha_2-\alpha_2')-\operatorname{tg}\delta_2\sin(\alpha-\alpha_2')+\operatorname{tg}\delta_2'\sin(\alpha-\alpha_2)}. \end{array}\right.$$

Führt man in diesen Formeln, die Länge der Knoten und Neigungswinkel der durch die Meteorbahnen ab und $a'b'$ gehenden größten Kreise mit der Fundamentalebene ein, indem man setzt

$$\operatorname{tg}\delta = \sin(\Omega-\alpha)\operatorname{tg}J \qquad \operatorname{tg}\delta' = \sin(\Omega'-\alpha')\operatorname{tg}J'$$
$$\operatorname{tg}\delta_2 = \sin(\Omega-\alpha_2)\operatorname{tg}J \qquad \operatorname{tg}\delta_2' = \sin(\Omega'-\alpha_2')\operatorname{tg}J'$$

so ziehen sich dieselben in die folgenden zusammen

$$(5)\quad \left\{\begin{array}{l} r = \dfrac{R\cos D}{\cos\delta}\cdot\dfrac{\operatorname{tg}J'\sin(\Omega'-A)-\operatorname{tg}D}{\operatorname{tg}J'\sin(\Omega'-\alpha)-\operatorname{tg}\delta} \\ = \dfrac{R\sin D}{\sin\delta}\cdot\dfrac{\operatorname{tg}J'\cot D\sin(\Omega'-A)-1}{\operatorname{tg}J'\cot\delta\sin(\Omega'-\alpha)-1} \\ r_2 = \dfrac{R\cos D}{\cos\delta_2}\cdot\dfrac{\operatorname{tg}J'\sin(\Omega'-A)-\operatorname{tg}D}{\operatorname{tg}J'\sin(\Omega'-\alpha_2)-\operatorname{tg}\delta_2} \\ = \dfrac{R\sin D}{\sin\delta_2}\cdot\dfrac{\operatorname{tg}J'\cot D\sin(\Omega'-A)-1}{\operatorname{tg}J'\cot\delta_2\sin(\Omega'-\alpha_2)-1} \\ r' = -\dfrac{R\cos D}{\cos\delta'}\cdot\dfrac{\operatorname{tg}J\sin(\Omega-A)-\operatorname{tg}D}{\operatorname{tg}J\sin(\Omega-\alpha')-\operatorname{tg}\delta'} \\ = -\dfrac{R\sin D}{\sin\delta'}\cdot\dfrac{\operatorname{tg}J\cot D\sin(\Omega-A)-1}{\operatorname{tg}J\cot\delta'\sin(\Omega-\alpha')-1} \\ r_2' = -\dfrac{R\cos D}{\cos\delta_2'}\cdot\dfrac{\operatorname{tg}J\sin(\Omega-A)-\operatorname{tg}D}{\operatorname{tg}J\sin(\Omega-\alpha_2')-\operatorname{tg}\delta_2'} \\ = -\dfrac{R\sin D}{\sin\delta_2'}\cdot\dfrac{\operatorname{tg}J\cot D\sin(\Omega-A)-1}{\operatorname{tg}J\cot\delta_2'\sin(\Omega-\alpha_2')-1} \end{array}\right.$$

Die ganze Rechnung, bei welcher man je nach der Beschaffenheit von D, δ, & & bald die erste, bald die zweite Schreibweise der Formeln (5) mit größerem Vortheile anwenden wird, gestaltet sich um so einfacher, als die Werthe von Ω und J und die analogen Ω' und J' bereits aus der Berechnung der Ausdrücke (3) bekannt sind.

Um aus den Entfernungen des Meteores von den Beobachtungsorten dessen Anfangs- und Endhöhe H über der Erdoberfläche zu finden sei (Fig. 4) ρ der Erdradius, z die Zenithdistanz des Meteores an dem einen Orte, und r dessen Entfernung von diesem; so hat man

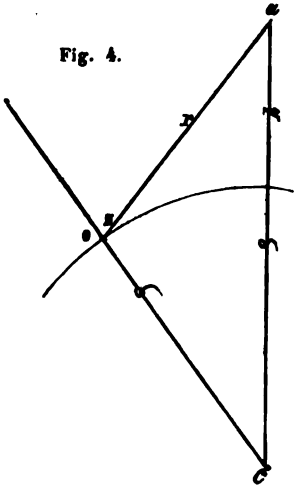


Fig. 4.

$$(\rho+H)^2=\rho^2+r^2+2\rho r\cos z$$

$$H=\rho\left\{\sqrt{1+\frac{2\rho r\cos z+r^2}{\rho^2}}-1\right\}$$

oder nach Entwicklung des Wurzelausdruckes bis zum dritten Gliede inclusive, was unter allen Umständen hinreicht

$$H=r\cos z+\frac{r^2\sin^2 z}{2\rho}-\frac{r^3\sin^2 z\cos z}{2\rho^2}.$$

In diesem Ausdrucke, in welchem man strenggenommen die Zenithdistanz vom geocentrischen Zenithe aus zu zählen hat ist ρ gegen r immerhin sehr groß, und es geben daher die letzten zwei Glieder blos eine kleine Correction zum Ersten. Setzt man daher

$$H_0=r\cos z$$

$$\Delta H=\frac{r^2\sin^2 z}{2\rho}-\frac{r^3\sin^2 z\cos z}{2\rho^2}=\frac{(r^2-H_0^2)(\rho-H_0)}{2\rho^2}$$

so wird

$$H=H_0+\Delta H$$

und durch eine kleine Tafel mit dem Argumenten r und z, oder bequemer noch r und H_0 das Correctionsglied ΔH sich mit Leichtigkeit berücksichtigen lassen. Ein solches Täfelchen berechnet mit dem Werthe $\rho = 857\cdot 9$ Meilen, wie er unseren Breiten entspricht ist das Folgende

$H_0=$	0	10	20	30	40	50	$=H_0$
r							r
10	0·06	0·00					10
20	0·23	0·17	0·00				20
30	0·52	0·46	0·28	0·00			30
40	0·93	0·86	0·68	0·39	0·00		40
50	1·46	1·38	1·20	0·90	0·50	0·00	50
60	2·10	2·02	1·82	1·52	1·11	0·60	60
70	2·86	2·77	2·56	2·25	1·83	1·32	70
80	3·73	3·63	3·42	3·09	2·67	2·14	80
90	4·72	4·61	4·39	4·05	3·61	3·07	90
100	5·83	5.70	5·47	5·12	4·67	4·12	100

Will man außer den Anfangs- und Endhöhen auch die Bahnlängen L und L' berechnen, so dienen dazu die Formeln

$$L^2 = (r_2 - r)^2 + 4rr_2 \sin^2 \frac{L}{2}$$

$$L'^2 = (r'_2 - r')^2 + 4r'r'_2 \sin^2 \frac{L'}{2}.$$

Um die Sicherheit des Resultates beurtheilen zu können, bleibt nichts übrig als den Maximaleinfluß zu berechnen, den bestimmte Beobachtungsfehler in den einzelnen Orten auszuüben vermögen. Geht man zu diesem Zwecke auf die Formel (α_4) zurück, und differenzirt dieselben nach den in ihnen vorkommenden, die Position des Meteores bestimmenden Größen, und zwar, bei der ersten stehen bleibend, zunächst nach α und δ, so hat man

$$\left(\frac{dr}{d\alpha \cos\delta}\right) = \frac{r}{\cos\delta} \cdot \frac{\operatorname{tg}\delta' \cos(\alpha'_2 - \alpha) - \operatorname{tg}\delta'_2 \cos(\alpha' - \alpha)}{\operatorname{tg}\delta' \sin(\alpha'_2 - \alpha) - \operatorname{tg}\delta'_2 \sin(\alpha' - \alpha) + \operatorname{tg}\delta \sin(\alpha' - \alpha'_2)}$$

$$\left(\frac{dr}{d\delta}\right) = \frac{r}{\cos\delta} \cdot \frac{[\operatorname{tg}\delta' \sin(\alpha'_2 - \alpha) - \operatorname{tg}\delta'_2 \sin(\alpha' - \alpha)] \sin\delta - \sin(\alpha' - \alpha'_2)\cos\delta}{\operatorname{tg}\delta' \sin(\alpha'_2 - \alpha) - \operatorname{tg}\delta'_2 \sin(\alpha' - \alpha) + \operatorname{tg}\delta \sin(\alpha' - \alpha'_2)}.$$

Zur Reduction dieser Ausdrücke gehen wir auf die Dreiecke $P\,a'\,b'$ und $P\,a'\,S$ (Fig. 2) über, und nennen in diesen die Winkel $P\,a'\,b' = v$, $PS\,a' = \psi$ und die Seite $PS = 90 - \delta_1$, so ist zuvörderst

$$\sin L' \sin v = \cos \delta_2' \sin (\alpha_2' - \alpha')$$
$$\sin L' \cos v = \sin \delta_2' \cos \delta' - \cos \delta_2' \sin \delta' \cos (\alpha_2' - \alpha') =$$
$$= \cos \delta' \cos \delta_2' [\operatorname{tg} \delta_2' - \operatorname{tg} \delta' \cos (\alpha_2' - \alpha')]$$

hierauf

$$\operatorname{tg} \delta' \cos (\alpha_2' - \alpha) - \operatorname{tg} \delta_2' \cos (\alpha' - \alpha) =$$
$$= \cos(\alpha' - \alpha) [\operatorname{tg} \delta' \cos(\alpha_2' - \alpha') - \operatorname{tg} \delta_2'] - \sin(\alpha_2' - \alpha') \sin(\alpha' - \alpha) \operatorname{tg} \delta'$$

$$= - \frac{\sin L'}{\cos \delta' \cos \delta_2'} [\cos (\alpha' - \alpha) \cos v + \sin (\alpha' - \alpha) \sin v \sin \delta']$$
$$= - \frac{\sin L' \cos \psi}{\cos \delta' \cos \delta_2'}$$

$$\operatorname{tg} \delta' \sin (\alpha_2' - \alpha) - \operatorname{tg} \delta_2' \sin (\alpha' - \alpha) =$$
$$= \sin(\alpha' - \alpha) [\operatorname{tg} \delta' \cos(\alpha_2' - \alpha') - \operatorname{tg} \delta_2'] + \sin(\alpha_2' - \alpha') \cos(\alpha' - \alpha) \operatorname{tg} \delta'$$

$$= - \frac{\sin L'}{\cos \delta' \cos \delta_2'} [\sin (\alpha' - \alpha) \cos v - \cos (\alpha' - \alpha) \sin v \sin \delta']$$
$$= + \frac{\sin L' \sin \psi \sin \delta_1}{\cos \delta' \cos \delta_2'}$$

$$\sin (\alpha' - \alpha_2') = - \frac{\sin L' \sin v}{\cos \delta_2'} = - \frac{\sin L' \sin \psi \cos \delta_1}{\cos \delta' \cos \delta_2'}$$

und damit:

$$\left(\frac{dr}{d\alpha \cos \delta}\right) = - F \,.\, \cos \psi$$
$$\left(\frac{dr}{d\delta}\right) = F \,.\, \sin \psi \cos (\delta_1 - \delta)$$

wenn man abkürzungsweise den beiden Ausdrücken gemeinsamen Factor

$$\frac{r \sin L'}{\cos \delta \cos \delta' \cos \delta_2' [\operatorname{tg} \delta' \sin (\alpha_2' - \alpha) - \operatorname{tg} \delta_2' \sin (\alpha' - \alpha) + \operatorname{tg} \delta \sin (\alpha' - \alpha_2')]} = F$$

setzt.

Läßt man als Fehlereinheit einen Fehler von ε^0 gelten, und sei davon der Theil $x\varepsilon$ in der Richtung des Rectascensionskreises und $y\varepsilon$ in jener des Declinationskreises begangen worden, d. h. nehmen wir $d\alpha \cos\delta = x\varepsilon$, $d\delta = y\varepsilon$ an, so ist der Fehler im größten Kreise

$$\varepsilon = \varepsilon\sqrt{x^2+y^2}$$

also:

$$x^2+y^2 = 1 \quad (\alpha^*)$$

und der dadurch in r verursachte Fehler dr_a

$$dr_a = -F\varepsilon\,[x\cos\psi - y\sin\psi\cos(\delta_1-\delta)].$$

Soll nun dr_a ein Maximum werden mit Berücksichtigung der Bedingungsgleichung (α^*), so hat man anzunehmen

$$x = \pm\frac{\cos\psi}{\sqrt{\cos^2\psi+\sin^2\psi\cos^2(\delta_1-\delta)}}$$

$$y = \mp\frac{\sin\psi\cos(\delta_1-\delta)}{\sqrt{\cos^2\psi+\sin^2\psi\cos^2(\delta_1-\delta)}}$$

$$x\cos\psi - y\sin\psi\cos(\delta_1-\delta) = \pm\sqrt{\cos^2\psi+\sin^2\psi\cos^2(\delta_1-\delta)}$$

$$= \pm\sqrt{1-\sin^2\psi\sin^2(\delta_1-\delta)}.$$

Es ist daher der Maximaleinfluß eines Fehlers von ε^0 in dem am ersten Orte beobachteten Anfangspunkte

$$dr_a = \pm\varepsilon F\,.\,\sqrt{1-\sin^2\psi\sin^2(\delta_1-\delta)}.$$

Zur Berechnung dieses Ausdruckes liefern uns die Dreiecke $Sa\alpha'$ und $ac\alpha'$

$$\sin\psi\sin(\delta_1-\delta) = \sin(s'-s)\sin(a'a'c)$$

$$= \frac{\sin(s'-s)}{\sin s'}\,.\,\sin\sigma\sin(b'a'c) = \frac{R}{r}\sin\sigma\sin(b'a'c)$$

und zur Berechnung des Winkels $b'\,a'\,c$ die Dreiecke $Pa'c$ und $Pa'b'$, wenn man den Winkel $Pa'c = \varkappa$ schreibt

$$b'a'c = 360 - (\upsilon + \varkappa)$$

$$\sin\sigma \sin\varkappa = \cos D \sin(\alpha' - A)$$
$$\sin\sigma \cos\varkappa = \sin D \cos\delta' - \cos D \sin\delta' \cos(\alpha' - A)$$
$$\sin L' \sin\upsilon = \cos\delta'_2 \sin(\alpha'_2 - \alpha')$$
$$\sin L' \cos\upsilon = \sin\delta'_2 \cos\delta' - \cos\delta'_2 \sin\delta' \cos(\alpha'_2 - \alpha')$$

$$\sin\sigma \sin L' \sin(b'a'c) = -\sin\sigma \sin L' \sin(\upsilon + \varkappa) =$$
$$\cos\delta' \cos\delta'_2 \cos D \{\operatorname{tg}\delta' \sin(\alpha'_2 - A) - \operatorname{tg}\delta'_2 \sin(\alpha' - A) + \operatorname{tg} D \sin(\alpha' - \alpha'_2)\}.$$

Der Ausdruck rechter Hand tritt größtentheils schon bei der Berechnung von r und r_2 als Zähler auf; schreibt man daher abkürzungsweise

$$K' = R \cos D\,[\operatorname{tg}\delta' \sin(\alpha'_2 - A) - \operatorname{tg}\delta'_2 \sin(\alpha' - A) + \operatorname{tg} D \sin(\alpha' - \alpha'_2)]$$
$$\cdot \cos\delta' \cos\delta'_2$$
$$= R \cos D\,[\operatorname{tg} J' \sin(\Omega' - A) - \operatorname{tg} D] \cdot \cos\delta' \cos\delta'_2 \sin(\alpha' - \alpha'_2)$$
$$= R \sin D\,[\operatorname{tg} J' \cot D \sin(\Omega' - A) - 1] \cdot \cos\delta' \cos\delta'_2 \sin(\alpha' - \alpha'_2)$$

so geht dadurch $\sin\psi \sin(\delta_1 - \delta)$ in $\dfrac{K'}{r \sin L'}$ über, und man kann durch Einführung von K' auch den früher als F bezeichneten Coëfficienten vereinfachen, und schreiben

$$F = \frac{r^2 \sin L'}{K'}.$$

Es gestaltet sich daher schließlich der Maximaleinfluß, den ein im Anfangspunkte des ersten Ortes begangener Fehler von ε^0 auf die Entfernung äußern kann, zu folgendem Ausdrucke

$$dr_a = \pm \frac{\varepsilon r^2 \sin L'}{K'} \sqrt{1 - \left(\frac{K'}{r \sin L'}\right)^2}$$
$$= \pm \varepsilon r \sqrt{\left(\frac{r \sin L'}{K'}\right)^2 - 1}. \qquad (8)$$

In gleicher Weise findet man als Maximaleinflüsse von Fehlern in den Orten a' und b', die mit $dr_{a'}$ und $dr_{b'}$ bezeichnet werden mögen

$$dr_{a'} = \pm \frac{\varepsilon' r^2 R \cos D \cos\delta \cos\delta'_2 \sin L'}{K'^2} \cdot$$
$$\{\operatorname{tg}\delta \sin(\alpha' - A) - \operatorname{tg}\delta'_2 \sin(\alpha - A) + \operatorname{tg} D \sin(\alpha - \alpha'_2)\}$$
$$dr_{b'} = \pm \frac{\varepsilon'' r^2 R \cos D \cos\delta \cos\delta' \sin L'}{K'^2} \cdot$$
$$\{\operatorname{tg}\delta \sin(\alpha' - A) - \operatorname{tg}\delta' \sin(\alpha - A) + \operatorname{tg} D \sin(\alpha - \alpha')\}$$

was man nach einer leichten Umformung auch so schreiben kann

$$(9) \qquad dr_{a'} = \pm \varepsilon' \frac{r^2 \sin s}{K' \sin s'} \sin(\alpha' b')$$

$$(10) \qquad dr_{b'} = \pm \varepsilon'' \frac{r^2 \sin s}{K' \sin s'} \sin(\alpha' a').$$

Die numerische Addition dieser drei Ausdrücke liefert die größtmögliche Wirkung dr von bestimmten Beobachtungsfehlern an einzelnen Orten, nnd es wäre nun ein Leichtes dieselbe in jedem speciellen Falle zu berechnen[1]). Allein es hat heute die Aufsuchung der Unsicherheit eines gewonnenen Resultates nicht mehr die Bedeutung, wie zu jenen Zeiten, in denen man aus der Beschaffenheit der beobachteten Bahnen die Natur des Phänomenes ergründen sollte, sondern lediglich den Werth einen beiläufigen Maßstab für die Sicherheit der erhaltenen Zahlen zu gewinnen. Dieß vorausgesetzt kann man in den Ausdrücken für $dr_{a'}$ und $dr_{b'}$ die Sternschnuppe als gleichzeitig

---

[1]) Bessel macht bei der Ableitung des Maximaleinflusses von Beobachtungsfehlern auf das berechnete Resultat (Astr. Nachr. Bd. XVI, p. 336) die wohl kaum zu rechtfertigende Annahme, daß (bei seinen Bezeichnungen bleibend) die Beobachtungsfehler auf die Bogen s, s', σ, σ' in der Größe $ds = \frac{\varepsilon}{\sin l}$, $ds' = \frac{\varepsilon}{\sin l'}$, $d\sigma = \frac{\varepsilon}{\sin\lambda}$ und $d\sigma' = \frac{\varepsilon}{\sin\lambda'}$ wirken können. Abgesehen davon, daß dadurch auch die Bahnebene am ersten Orte ins Spiel kommt, welche bei der Berechnung von Distanzen aus der am zweiten Orte beobachteten Bahnlage von gar keinem Einflusse ist, können Beobachtungsfehler wohl auf σ_1, σ'_1 etc. vergrößert, auf s, s', σ und σ' aber höchstens mit ihrem ganzen Betrage, also in der Größe ε übergehen. Es hat daher Bessel die Unsicherheit des Resultates in vielen Fällen nicht unerheblich überschätzt.

annehmen, da dem Obigen zu Folge die Abweichungen von der Gleichzeitigkeit nicht allzuerheblich sind. Dann wird

$$\frac{\sin s}{\sin s'} = \frac{r'}{r}$$

$$\alpha' b' = L' \quad \alpha' a' = 0$$

daher

$$dr_{a'} = \pm \varepsilon' . \frac{r r' \sin L}{K'}$$

$$dr_{e'} = 0.$$

Ferner sind hier die Beobachtungsfehler nicht mehr ganz unabhängig von einander, indem die Bedingung eingeführt wurde, daß die Bahn durch den Radiationspunkt hindurchgehen muß, und in Folge dessen die Beobachtungsfehler nur ein Drehen derselben um den Radianten bewirken können. Sehen wir indeß auch von diesem Umstande ab, indem wir den Fehler in a' dem in a gleichsetzen, d. h. $\varepsilon' = \varepsilon$ annehmen, so erhalten wir endlich als Maximalfehler

$$dr = \pm \varepsilon \left[r \sqrt{\left(\frac{r \sin L'}{K'}\right)^2 - 1} \quad \pm r' \left(\frac{r \sin L'}{K'}\right)\right].$$

Ebenso werden die Maximalfehler in dr_2, dr' und dr'_2

$$dr_2 = \pm \varepsilon \left[r_2 \sqrt{\left(\frac{r_2 \sin L'}{K'}\right)^2 - 1} \quad \pm r'_2 \left(\frac{r_2 \sin L'}{K'}\right)\right]$$

$$dr' = \pm \varepsilon \left[r' \sqrt{\left(\frac{r' \sin L}{K}\right)^2 - 1} \quad \pm r \left(\frac{r' \sin L}{K}\right)\right]$$

$$dr'_2 = \pm \varepsilon \left[r'_2 \sqrt{\left(\frac{r'_2 \sin L}{K}\right)^2 - 1} \quad \pm r_2 \left(\frac{r'_2 \sin L}{K}\right)\right]$$

wobei gesetzt wurde

$$K = R \cos D \left[\operatorname{tg} \delta \sin (\alpha_2 - A) - \operatorname{tg} \delta_2 \sin (\alpha - A) + \operatorname{tg} D \sin (\alpha - \alpha_2)\right] \cdot \cos \delta \cos \delta_2$$

$$= R \cos D \left[\operatorname{tg} J \sin (\Omega - A) - \operatorname{tg} D\right] \cdot \cos \delta \cos \delta_2 \sin (\alpha - \alpha_2)$$

$$= R \sin D \left[\operatorname{tg} J \cot D \sin (\Omega - A) - 1\right] \cdot \cos \delta \cos \delta_2 \sin (\alpha - \alpha_2).$$

Um aus dr den Betrag von dH abzuleiten, genügt es

$$dH = dr \cos z$$

anzunehmen, indem das zweite Glied von dH, nämlich $-r \sin z\, dz$ in den meisten Fällen zu unbedeutend ist, um die Mühe der Berechnung zu lohnen.

Die Position des zweiten Ortes in Bezug auf den ersten findet man vollkommen streng aus

$$R \cos D \sin (S-t) = -\rho' \cos \varphi' \sin (t+\lambda) + \rho \cos \varphi \sin t$$

$$R \cos D \cos (S-t) = \rho' \cos \varphi' \cos (t+\lambda) - \rho \cos \varphi \cos t$$

$$R \sin D = \rho' \sin \varphi' - \rho \sin \varphi,$$

wobei ρ, ρ' die Entfernung beider Beobachtungsorte vom Centrum der Erde, φ, φ' deren geocentrische Breiten, λ deren Längendifferenz, östlich positiv genommen, t die Sternzeit am ersten Orte vorstellt und R, D, S Entfernung, Declination und Stundenwinkel des zweiten Ortes bezogen auf den ersten sind. Da jedoch die Entfernung der beiden Orte immer eine sehr mäßige sein muß, und die Seehöhe derselben selten sehr bedeutend sein wird, kann man $\rho = \rho'$, und dem Erdradius in der Breite $\frac{\varphi+\varphi'}{2}$ gleichsetzen. Dann kürzen sich die obigen Formeln in die folgenden ab:

$$R \cos D \sin \left(S + \frac{\lambda}{2}\right) = -2\rho \cos \frac{\varphi'-\varphi}{2} \cos \frac{\varphi'+\varphi}{2} \sin \frac{\lambda}{2}$$

$$R \cos D \cos \left(S + \frac{\lambda}{2}\right) = -2\rho \sin \frac{\varphi'-\varphi}{2} \sin \frac{\varphi'+\varphi}{2} \cos \frac{\lambda}{2}$$

$$R \sin D = +2\rho \sin \frac{\varphi'-\varphi}{2} \cos \frac{\varphi'+\varphi}{2}$$

$$A = t - S.$$

Zum Schlusse will ich hier der Übersicht wegen alle zur Berechnung einer Meteorbahn nöthigen Formeln zusammenstellen, da sie im Vorhergehenden durch die nöthigen Entwickelungen vielfach zerrissen sind.

Sind α^0, δ^0; α_2^0, δ_2^0; α'^0, δ'^0; $\alpha_2'^0$, $\delta_2'^0$ die an beiden Orten gewonnenen Beobachtungsdaten, A, D; A, D Position des Radianten, und zweiten Ortes bezogen auf den ersten, so hat man auszuführen:

1. Drehung der Meteorbahn in die Ebene des Radianten.

$$\sin^2\tfrac{1}{2}L = \sin^2\tfrac{1}{2}(\delta^0-\delta_2^0) + \cos\delta^0\cos\delta_2^0\sin^2\tfrac{1}{2}(\alpha^0-\alpha_2^0)$$

$$\cot\delta_m \sin\left(\alpha_m - \frac{\alpha^0+\alpha_2^0}{2}\right) = -\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\delta^0-\delta_2^0)\sin\tfrac{1}{2}(\alpha^0-\alpha_2^0)$$

$$\cot\delta_m \cos\left(\alpha_m - \frac{\alpha^0+\alpha_2^0}{2}\right) = \cot\tfrac{1}{2}(\delta^0+\delta_2^0)\cos\tfrac{1}{2}(\alpha^0-\alpha_2^0)$$

$$\operatorname{tg}(\Omega-\alpha_m) = \frac{\operatorname{tg}\delta_m\sin(\alpha_m-A)}{\operatorname{tg}D-\operatorname{tg}\delta_m\cos(\alpha_m-A)}$$

$$\operatorname{tg}\varepsilon\sin J = \frac{\operatorname{tg}\delta_m}{\cos(\Omega-\alpha_m)}$$

$$\operatorname{tg}\varepsilon\cos J = \operatorname{tg}(\Omega-\alpha_m).$$

Nimmt man J im ersten Quadranten, so hat $\sin(\Omega-\alpha_m)$ das Zeichen von $\operatorname{tg}\delta_m$, $\cos\varepsilon$ das von $\cos(\Omega-\alpha_m)$.

$$\operatorname{tg}(\Omega-\alpha) = \operatorname{tg}\left(\varepsilon\pm\frac{L}{2}\right)\cos J$$

$$\operatorname{tg}(\Omega-\alpha_2) = \operatorname{tg}\left(\varepsilon\mp\frac{L}{2}\right)\cos J$$

$$\operatorname{tg}\delta = \sin(\Omega-\alpha)\operatorname{tg}J \quad \left[\sin\delta = \sin\left(\varepsilon\pm\frac{L}{2}\right)\sin J\right]$$

$$\operatorname{tg}\delta_2 = \sin(\Omega-\alpha_2)\operatorname{tg}J \quad \left[\sin\delta_2 = \sin\left(\varepsilon\mp\frac{L}{2}\right)\sin J\right].$$

Auf ganz gleiche Art findet man auch Ω', J'; α', δ'; α_2', δ_2' aus α'^0, δ'^0 und $\alpha_2'^0$, $\delta_2'^0$.

2. Höhenberechnung des Meteores

$$r = \frac{R\cos D}{\cos\delta}\cdot\frac{\operatorname{tg}J'\sin(\Omega'-A)-\operatorname{tg}D}{\operatorname{tg}J'\sin(\Omega'-\alpha)-\operatorname{tg}\delta}$$

$$= \frac{R\sin D}{\sin\delta}\cdot\frac{\operatorname{tg}J'\cot D\sin(\Omega'-A)-1}{\operatorname{tg}J'\cot\delta\sin(\Omega'-\alpha)-1}$$

$$r_2 = \frac{R\cos D}{\cos\delta_2}\cdot\frac{\operatorname{tg}J'\sin(\Omega'-A)-\operatorname{tg}D}{\operatorname{tg}J'\sin(\Omega'-\alpha_2)-\operatorname{tg}\delta_2}$$

$$= \frac{R\sin D}{\sin\delta_2}\cdot\frac{\operatorname{tg}J'\cot D\sin(\Omega'-A)-1}{\operatorname{tg}J'\cot\delta_2\sin(\Omega'-\alpha_2)-1}$$

$$r' = -\frac{R\cos D}{\cos\delta'}\cdot\frac{\operatorname{tg}J\sin(\Omega-A)-\operatorname{tg}D}{\operatorname{tg}J\sin(\Omega-\alpha')-\operatorname{tg}\delta'}$$

$$= -\frac{R\sin D}{\sin\delta'}\cdot\frac{\operatorname{tg}J\cot D\sin(\Omega-A)-1}{\operatorname{tg}J\cot\delta'\sin(\Omega-\alpha')-1}$$

$$r_2' = -\frac{R\cos D}{\cos\delta_2'}\cdot\frac{\operatorname{tg}J\sin(\Omega-A)-\operatorname{tg}D}{\operatorname{tg}J\sin(\Omega-\alpha_2')-\operatorname{tg}\delta_2'}$$

$$= -\frac{R\sin D}{\sin\delta_2'}\cdot\frac{\operatorname{tg}J\cot D\sin(\Omega-A)-1}{\operatorname{tg}J\cot\delta_2'\sin(\Omega-\alpha_2')-1}$$

$$H_0 = r\cos z$$

$$\Delta H = \frac{(\rho-H_0)(r^2-H_0^2)}{2\rho^2}$$

$$H = H_0+\Delta h.$$

3. Berechnung der Maximaleinflüsse von Beobachtungsfehlern

$$K = R\cos D[\operatorname{tg}\delta\sin(\alpha_2-A)-\operatorname{tg}\delta_2\sin(\alpha-A)+\operatorname{tg}D\sin(\alpha-\alpha_2)]\times\cos\delta\cos\delta_2 =$$

$$= R\cos D[\operatorname{tg}J\sin(\Omega-A)-\operatorname{tg}D]\cos\delta\cos\delta_2\sin(\alpha-\alpha_2) =$$

$$= R\sin D[\operatorname{tg}J\cot D\sin(\Omega-A)-1]\cos\delta\cos\delta_2\sin(\alpha-\alpha_2)$$

$$K' = R\cos D[\operatorname{tg}\delta'\sin(\alpha_2'-A)-\operatorname{tg}\delta_2'\sin(\alpha'-A)+\operatorname{tg}D\sin(\alpha'-\alpha_2')]\times\cos\delta'\cos\delta_2'$$

$$= R\cos D[\operatorname{tg}J'\sin(\Omega'-A)-\operatorname{tg}D]\cos\delta'\cos\delta_2'\sin(\alpha'-\alpha_2') =$$

$$= R\sin D[\operatorname{tg}J'\cot D\sin(\Omega'-A)-1]\cos\delta'\cos\delta_2'\sin(\alpha'-\alpha_2').$$

$$dr = \pm\varepsilon\left[r\sqrt{\left(\frac{r\sin L'}{K'}\right)^2-1}\pm r'\left(\frac{r\sin L'}{K'}\right)\right]$$

$$dr_2 = \pm\varepsilon\left[r_2\sqrt{\left(\frac{r_2\sin L'}{K'}\right)^2-1}\pm r_2'\left(\frac{r_2\sin L'}{K'}\right)\right]$$

$$dr' = \pm\varepsilon\left[r'\sqrt{\left(\frac{r'\sin L}{K}\right)^2-1}\pm r\left(\frac{r'\sin L}{K}\right)\right]$$

$$dr_2' = \pm\varepsilon\left[r_2'\sqrt{\left(\frac{r_2'\sin L}{K}\right)^2-1}\pm r_2\left(\frac{r_2'\sin L}{K}\right)\right]$$

$$dH = \cos z\,.\,dr.$$

Die Vergrößerung der Genauigkeit des Resultates, welche durch das Durchlegen der Meteorbahn durch den Radiationspunkt erzielt wird, dürfte in den meisten Fällen der dadurch bedingten Mehrarbeit kaum äquivalent sein. Dasselbe beansprucht nämlich fast ebenso viel Zeit, als die Höhen- und Fehlerberechnung, verdoppelt also beinahe die ganze Arbeit. Allein es läßt sich zu Gunsten dieser Methode geltend machen, daß, wenn die Bahnen der Bedingung, an beiden Orten durch den gemeinsamen Radianten zu gehen, genügen, ein ganz eigenthümliches Zusammentreffen von Umständen eintreten müßte, um eine absteigende Bahn zu einer scheinbar aufsteigenden, und viceversa zu gestalten. Es gibt daher diese Methode ein Mittel an die Hand, die Frage zu beantworten, ob aufsteigende Bahnen überhaupt vorkommen. Diese Frage, welche eine gewisse Wichtigkeit erlangen dürfte, wenn es sich darum handeln wird, zu erörtern, ob Meteore aus unserem Luftkreise je wieder in den Weltraum zurückkehren können, ist noch keineswegs endgiltig entschieden. Wohl hat Bessel nachgewiesen, und alle späteren Rechnungen haben es bestätiget, daß man kaum von Einer bestimmten Sternschnuppe, deren Endpunkt in einem größeren Abstande von der Erdoberfläche gefunden wird, als deren Anfangspunkt, mit Sicherheit behaupten könne, dieß Aufsteigen sei ein wirkliches, und nicht blos scheinbares, durch die Beobachtungsfehler bedingtes gewesen. Daraus folgt indeß noch lange nicht, daß es keine aufsteigenden Meteore gibt: im Gegentheile, geht man die nach Bessel's Methode ausgeführten Höhenberechnungen durch, und bedenkt, daß Beobachtungsfehler in allen möglichen Richtungen wirken, und daher eine aufsteigende Bahn ebensogut in eine scheinbar fallende verwandeln können wie umgekehrt, so findet man unter den 30 von Feldt berechneten Bahnen (Astr. Nachr. XVI, 339) außer 10 ansteigenden noch 9 solche, die durch Annahme von Beobachtungsfehlern im Betrage von 1^0 bis $1\frac{1}{2}^0$ zu ansteigenden gemacht werden können, bei denen es also zweifelhaft bleibt, ob sie stiegen oder fielen. Ebenso kommen unter den 37 von Ermann mitgetheilten Bahnberechnungen (Astr. Nachr. XVII, 315; XIX, 27) 7 aufsteigende und 18 zweifelhafte unter den 14 von Behrmann (Astr. Nachr. LXVI, 331) 1 aufsteigende und 3 zweifelhafte, unter den 32 von Schmidt (Resultate aus zehnjährigen Beobachtungen von Sternschnuppen, p. 122), endlich 9 aufsteigende und 13 zweifelhafte Bahnen vor, daher im Ganzen, selbst wenn man alle als aufsteigend

gefundenen zu den zweifelhaften Bahnen rechnet, unter 113 berechneten Meteoren 70, bei denen es zweifelhaft bleibt, ob sie stiegen oder fielen, und nur 43, bei denen das Fallen verbürgt werden kann. Diese Zahlen rechtfertigen gewiß nicht die Behauptung, daß die einfach nach Bessel's Vorschriften berechneten Beobachtungen dem Vorhandensein aufsteigender Sternschnuppen widersprechen. Erst nachdem ich in einer früheren Abhandlung (Beiträge zur Kenntniß der Sternschnuppen, Sitzb. d. kais. Acad. d. W. LVII, 327) gezeigt, daß bei allen als aufsteigend gefundenen Meteoren des Laurentiusstromes mindestens an einem Orte größere Fehler vorfielen, und nachdem ich jetzt unter den 32 im Folgenden mitgetheilten Meteorbahnen, die zuerst durch den Radianten hindurchgelegt wurden, keine einzige ansteigende gefunden habe, kann man es meiner Meinung nach, auch als durch die Beobachtungen und nicht blos theoretisch erwiesen betrachten, daß aufsteigende Sternschnuppen, wenn sie überhaupt vorhanden sind, zu den äußersten Seltenheiten zählen.

b) Berechnung von Meteorbahnen bei unbekanntem Radiationspunkte.

In diesem Falle kann man eine vorhergehende Verbesserung der Beobachtungen nicht ausführen, daher die früher als (α_4) bezeichneten Gleichungen unmittelbar aus den Beobachtungsdaten berechnen. Allein auch hier gewährt die Einführung des Knotens und der Neigung der Meteorbahnen manche Vortheile, und geschieht am bequemsten mittelst der Formeln

$$\sin(\Omega-\alpha)\,\mathrm{tg}\,J = \mathrm{tg}\,\delta$$

$$\cos(\Omega-\alpha)\,\mathrm{tg}\,J = \frac{\mathrm{tg}\,\delta_2 - \mathrm{tg}\,\delta\cos(\alpha-\alpha_2)}{\sin(\alpha-\alpha_2)}$$

in denen man J wieder im ersten Quadranten annehmen kann. Ebenso erhält man Ω' und J', und nach Berechnung dieser, aus den oben unter 2.) und 3.) zusammengestellten Ausdrücken alles Übrige.

c) Berechnung correspondirender Beobachtungen der Augustperiode des Jahres 1869.

Schon seit längerer Zeit habe ich mich bemüht correspondirende Meteorbeobachtungen zu veranstalten, um die mittlere Höhe des Er-

scheinens und Verschwindens der Sternschnuppen der einzelnen bekannteren Meteorschauer kennen zu lernen, und lege hier als erste Resultate dieser Bemühungen Höhenberechnungen aus der Augustperiode des Jahres 1869 vor, da mehrere frühere Verabredungen während der April-, und Novemberperiode durch die Ungunst der Witterung so gut wie vereitelt wurden. Als Beobachtungsstationen hatte ich nebst Wien die Höhe des Semmerings und die Stadt Melk ausgesucht, Orte, welche in gegenseitigen Entfernungen von etwa 10 geographischen Meilen sowohl unter einander als auch von Wien liegen. Auf den Semmering begab sich Herr J. Rosner, nach Melk Herr J. Palisa, beide mit je einem Gehilfen zur Notirung der Zeit des Erscheinens, und der Position der Meteore. Bei dieser Gelegenheit kann ich nicht unterlassen hier dankbarst zu erwähnen, daß auf meine Bitte der hochwürdigste Herr Moser, Abt des Benediktinerstiftes Melk nicht nur die Beobachtungen in dem allseits eine freie Aussicht gewährenden Stiftsgarten anstellen ließ, sondern auch Herrn Palisa und seinen Mitarbeiter auf das zuvorkommendste und gastlichste aufnahm, und so das Gelingen des Unternehmens wesentlich förderte.

Kurz vor dem Eintritte der Augustperiode konnte auch noch Brünn als Beobachtungsstation einbezogen werden, da der Professor der darstellenden Geometrie und damalige Rector der Brünner Technik, Herr G. v. Niessel freundlichst seine Theilnahme an den Beobachtungen zusagte, während in Wien selbst die Herren Dr. Th. v. Oppolzer, Professor Dr. R. Felgel und A. v. Littrow mir zur Seite standen.

Um möglichst viele correspondirende Meteore, und solche mit möglichst großer Parallaxe zu erhalten wurde verabredet, daß die Beobachter hauptsächlich die größeren Höhen (über 30°) in's Auge fassen, und vorzüglich nach der zwischen den anderen Beobachtungsorten liegenden Himmelsgegend hinsehen sollten [also z. B. der Beobachter in Brünn, dem Wien südlich, Melk südwestlich liegt, nach SSW, von den Beobachtern in Wien der eine nach NW (Beobachter für Brünn und Melk) der andere nach SW (Beobachter für Melk und Semmering)]. Die Anordnung erwies sich als sehr zweckmäßig, und kann daher bei allen correspondirenden Beobachtungen auf's Beste empfohlen werden.

Sämmtliche Beobachtungen wurden mit Hilfe von Meteoroskopen ausgeführt, und die Zeiten in Melk und am Semmering an Chronome-

tern der Wiener Sternwarte abgelesen; in Brünn hingegen bestimmte Prof. Niessel sich selbst die Zeit an einem kleinen Mittagsrohre, und es ermöglichte uns auch der Herr Telegrapheninspector, kais. Rath Dr. H. Militzer, den telegraphischen Austausch von Zeitsignalen.

Als Beobachtungstage waren der 9. bis inclusive 13. August festgesetzt; am 9. und 10. war jedoch der Himmel vollständig überzogen, und auch an den folgenden 3 Tagen gelangen nie an allen 4 Orten gleichzeitig Beobachtungen, wie die nachstehende Zusammenstellung derselben zeigt.

August	Wien			Melk		Semmering		Brünn		Gesammtzahl der Meteore
	Zahl d. Met.	Zahl der Beob.	Beob. Zeit	Zahl d. Met.	Beob. Zeit	Zahl d. Met.	Beob. Zeit	Zahl d. Met.	Beob. Zeit	
11	77	2	3·4	63	3·1	.	.	40	3·1	180
12	40	1	3·2	43	3·5	43	3·9	.	.	126
13	94	3	3·3	.	.	37	3·8	21	3·3	152
Summe	211	.	9·9	106	6·6	80	7·8	61	6·4	458

Am 12. August war in Wien der Himmel theilweise bewölkt. Die Zahl der Beobachter ist nur in Wien angegeben, da an den anderen Orten immer nur je einer thätig war.

Die vollständige Mittheilung und Discussion der Beobachtungen behalte ich mir für eine andere Gelegenheit vor, und will hier blos erwähnen, daß im Ganzen 10 Radiationspunkte mehr oder minder deutlich hervortraten, deren genauere Bestimmung nach der von mir angegebenen Methode (Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wiss. LVII, 306) vorgenommen, und deren Vorhandensein, so weit es möglich war, durch correspondirend beobachtete oder stationäre Meteore controlirt wurde. Bei der Ableitung dieser Radiationspunkte konnte ich auch noch 21 am 11. August von Capitän Tupmann im Mittelmeere beobachtete Meteorbahnen benützen, die Dr. J. F. Schmidt mir freundlichst mitgetheilt hatte.

Die ermittelten Radianten sind die folgenden,

Nr.	August 11.			August 12.			August 13.		
	Position	Zhl. d. Met.	Zahl in %	Position	Zhl. d. Met.	Zahl in %	Position	Zhl. d. Met.	Zahl in %
I	49°9+55°6	93	46	49°5+56°7	40	32	49°1+61°6	24	16
II	77·3+53·8	29	14	72·1+54·4	17	14	69·9+52·6	15	10
III	293·8+54·2	18	9	292..+52..	2	.	297·4+47·6	8	5
IV	11·8+25·1	14	7	10·4+25·5	12	9	9·2+25·0	19	12
V	346·8+53·3	10	5	344·4+48·5	11	9	344·8+52·4	31	20
VI	331·2— 5·5	6	3	340·4— 4·6	10	8	340·6— 3·7	11	7
VII	296·6+ 6·2	6	3	298..+ 8..	4	3	300..+11..	5	3
VIII	46·6+23·6	8	4	41·4+24·1	7	6	.	.	.
IX	Nordpol	3	1	Nordpol	12	10	Nordpol	5	3
X	.	.	.	.	.	.	9·4—18·9	9	6
Sp.	.	14	7	.	11	9	.	25	17

Eine lineare Anordnung des Perseusradianten ($50^\circ+58^\circ$) wurde nicht wahrgenommen, und war höchstens am 12. August angedeutet. Am 13. August scheint nebst Nr. X noch ein neuer Radiant bei ($150^\circ+65^\circ$) aufgetreten zu sein, dessen genauere Position aus den vorhandenen Beobachtungen sich jedoch nicht feststellen läßt.

Die vorstehende Tabelle zeigt sehr deutlich, daß der Laurentiusstrom am 11. August bereits sein Maximum überschritten hatte, und seine Intensität am 13. schon unter die der anderen Meteorschauer gesunken war. Sehr auffällig ist übrigens der Umstand, daß die Radiationspunkte III und V, deren Vorhandensein ich im Jahre 1868 schon aus den wenigen in Aden angestellten Sternschnuppenbeobachtungen erkannte, bisher Heis entgangen sind, und auch bei Schmidt nur der letztere, dem am 13. August die meisten Meteore entströmten, vorkommt.

Unter den 458 im Ganzen eingestellten Meteoren kommen, wie eine nähere Untersuchung zeigt, 53 doppel- und 3 dreifache Beobachtungen einer und derselben Sternschnuppe vor, so daß im Ganzen eigentlich nur 399 verschiedene Meteore gesehen wurden. Bedenkt man jedoch, daß die Beobachtungen nicht genau zu derselben Zeit an allen Orten begonnen und beendet wurden, und rechnet demgemäß von der obigen Zahl noch 30 Meteore ab, die an einem Orte sichtbar waren, während an keinem der anderen beobachtet wurde, so fanden sich unter 369 Meteoren 56 oder 15% correspondirend beobachtete.

Dieß Resultat ist um so mehr als ein befriedigendes zu betrachten, als in Wien wegen der größeren Zahl der Beobachter ein bedeutenderer Theil des Himmels übersehen werden konnte als an den anderen Orten, und zeigt, daß bei einer zweckmäßigen Anordnung der Beobachtungen die Zahl der an mehreren Orten zugleich gesehenen Meteore keineswegs so gering ist, als man in der Regel anzunehmen geneigt ist.

Die folgende Tabelle enthält die 56 als correspondirend erkannten Meteore. In der ersten Columne steht die fortlaufende Nummer, in der zweiten nebst dem Anfangsbuchstaben des Beobachtungsortes [B = Brünn, M = Melk, S = Semmering, W = Wien] die Nummer des Meteores im Beobachtungsjournale dieses Ortes, und in der letzten der Radiationspunkt dem es angehört. Ein der Größe angehängter Asteriskus bedeutet ein geschweiftes Meteor.

11. August 1869.

Nr.	Beobachtungsort	Größe	Mittlere Wiener Zeit	Anfang		Ende		Anfang		Ende		R.
				Azimuth	Höhe	Azimuth	Höhe	AR.	Decl.	AR.	Decl.	
1	W 2	1•	11h 29m 1s	198°0	33°0	189°0	29°5	84°5	+ 69°7	109°2	+ 70°1	I
	B 1	2•		227·0	57·7	230·0	70·7	7·6	61·5	341·7	58·6	
2	W 15	3	12 5 26	220·0	38·0	218·0	26·0	56·3	59·4	74 9	53·0	VII
	B 6	1•		296·0	53·7	261·0	46·7	358·4	26·3	22·3	38·4	
3	M 3	1•	12 34 28	297·0	45·0	321·0	39·0	9·6	+18·2	35·3	+ 3·8	I
	B 13	.		356·5	34·7	1·5	23·7	332·2	— 6·0	328·8	—17·0	
4	W 23	2•	12 38 40	166·0	32·0	156·0	30·0	188·4	+70·6	205·6	+64·2	II
	B 14	.		36·5	65·2	50·0	47·7	314·2	27·9	297·9	16·2	

5	W 24	2•	12 41 25	143·0	49·0	129·0	45·0	256·7	65·8	255·0	55·5	II
	M 5	1•		191·0	57·0	168·0	62·0	2·7	79·0	308·1	74·6	
	B 15	.		63·5	57·7	58·5	29·7	298·1	29·0	282·9	3·7	
6	M 7	2•	12 44 58	259·0	37·0	272·0	34·0	40·5	33·4	35·1	+23·4	I
	B 16	1		331·5	45·7	352·5	21·7	351·7	8·1	339·2	—18·7	
7	W 26	.	12 48 7	295·5	55·5	.	.	7·6	26·9	.	.	I
	M 9	♃•		269·0	40·0	293·0	32·0	32·8	29·2	24·0	+10·0	
	B 17	♀		333·0	43·2	355·0	23·7	352·1	5·6	337·5	—17·0	
8	W 29	1•	12 52 2	116·7	46·0	99·7	32·0	265·1	48·1	260·0	+29·4	I
	B 19	♃		65·5	51·7	65·8	34·4	295·3	25·3	283·5	12·0	
9	W 32	2•	12 59 16	279·5	42·6	285·5	40.6	28·6	25·0	26·8	20·4	I
	M 11	2		269·0	31·0	282·0	27·0	43·0	23·2	37·4	12·4	
10	W 34	2	13 1 39	225·6	61·5	220·6	72·0	21·2	61·4	359·6	60·0	I
	M 12	1		249·0	43·0	257·0	41·0	44·0	43·1	41·9	37·1	
11	W 37	1	13 6 28	118·7	41·0	108·7	34·0	261·3	46·9	259·7	36·5	II
	B 21	.		79·5	54·7	66·5	24·7	294·4	33·4	280·3	4·6	
12	W 41	5	13 13 23	183·7	51·0	194·7	41·0	17·2	86·4	99·3	77·3	VII
	B 22	.		30·5	54·2	355·5	59·2	321·1	16·6	341·5	18·6	
13	M 16	3	13 16 48	285·3	56·0	266·3	48·0	17·7	+31·3	33·9	35·6	VI
	B 24	.		16·0	37·7	.	.	327·3	— 1·9	.	.	
14	W 46	1•	13 21 19	147·6	48·0	122·6	34·0	262·5	+68·5	254·1	45·6	I
	M 18	1		193·3	54·0	165·3	50·0	29·7	+79·8	265·9	+80·4	

Nr.	Beobachtungsort	Größe	Mittlere Wiener Zeit	Anfang		Ende		Anfang		Ende		R
				Azimuth	Höhe	Azimuth	Höhe	AR.	Decl.	AR.	Decl.	
15	W 47	2	13h 21m 57s	135°6	69°0	130°6	65°0	319°6	+66°0	302°2	+59°2	I
	B 26	3		28·5	49·7	43·5	41·7	322·8	11·9	309·9	+ 8·7	
16	M 20	2/4	13 25 43	306·3	33·0	306·3	19·0	22·1	+ 3·4	30·9	— 7·5	III
	B 27	2		351·5	22·7	345·5	9·7	350·2	—17·5	358·6	—29·7	
17	W 56	2	13 38 44	155·6	23·0	159·6	17·0	211·4	+58·3	200·3	+54·6	VI
	B 29	.		49·2	34·7	64·7	30·7	306·5	4·8	293·7	8·4	
18	W 58	4•	13 40 56	135·6	21·5	127·6	16·0	234·7	45·8	237·3	36·6	I
	B 30	.		114·7	36·2	101·7	15·7	266·4	42·0	257·7	19·4	
19	W 59	1•	13 47 42	233·6	30·5	236·7	25·0	80·9	46·0	84·2	40·4	I
	M 24	1		243·3	27·0	247·3	17·0	76·0	37·2	81·5	27·6	
20	W 60	2•	13 49 53	123·6	47·0	108·6	38·0	278·0	52·8	274·7	38·8	II
	M 26	1		201·3	71·0	137·3	75·0	3·3	65·1	327·6	58·0	
	B 33	.		50·7	45·4	.	.	314·1	14·6	.	.	
21	W 61	2•	13 50 44	160·6	60·0	145·6	59·0	311·8	73·7	299·4	67·3	II
	B 34	.		34·7	61·7	35·7	37·2	331·0	24·3	320·7	2·0	
22	W 64	1·2	13 56 25	147·7	53·5	142·7	45·0	286·8	69·0	266·5	64·5	VIII
	M 30	.		214·3	62·0	193·3	56·0	30·2	66·4	30·1	78·7	
23	W 65	4•	13 57 17	248·6	36·5	250·6	28·0	66·5	39·8	73·4	32·1	I
	B 36	.		296·0	47·7	313·5	33·7	30·6	21·6	27·3	2·8	

24	M 38	2	14 18 37	306·3	79·0	9·3	68·0	5·8	41·0	350·1	+26·4	I
	B 40	3		37·7	46·2	34·5	25·7	329·9	11·0	324·3	− 8·9	
25	W 77	1•	14 27 48	162·6	36·0	167·6	33·5	230·5	72·3	214·5	+72·6	III
	B 44	2		111·7	58·2	101·1	61·7	307·5	50·4	315·1	46·6	
26	W 81	2•	14 35 32	140·7	44·0	143·7	36·0	275·4	62·8	258·2	60·8	V
	M 44	1		194·3	57·0	163·3	50·0	37·3	+77·6	72·8	+79·1	

Nr. 7. In Wien wurde das Meteor selbst nicht gesehen, wohl aber sein lang nachleuchtender Schweif und dessen Mitte als Nr. 26 eingestellt.

Nr. 13 und Nr. 20. In Brünn die Endpunkte nicht beobachtet.

Nr. 22. In Melk wurde blos die Richtung, nicht der Anfangs- und Endpunkt der Meteorbahn, eingestellt.

12. Augus 1869.

27	M 12	1	11 23 18	325·3	57·0	338·3	65·0	330·3	+19·1	321·0	+24·5	VI
	S 18	1		192·7	70·8	166·2	60·2	321·8	66·0	284·4	75·1	
28	W 7	3	11 30 49	209·3	54·5	204·3	65·5	13·0	70·7	342·0	68·4	II
	M 13	3		237·3	36·0	246·3	38·0	37·5	46·8	29·4	42·0	
29	M 21	1•	11 54 56	213·3	58·0	187·3	69·0	10·2	68·0	326·6	69·0	I
	S 28	1•		171·5	44·8	159·7	41.1	209·9	82·9	213·2	74·1	
30	W 15	3·4	12 0 7	193·3	41·5	154·3	41·5	80·6	78·3	220·4	70·8	I
	M 24	3		213·3	36·0	205·3	37·0	64·4	+62·7	72·0	+68·4	

Nr.	Beobachtungsort	Größe	Mittlere Wiener Zeit.	Anfang		Ende		Anfang		Ende		R.
				Azimuth	Höhe	Azimuth	Höhe	AR.	Decl.	AR	Decl.	
31	W 16	1·2°	12h 3m 49°	268°3	64°5	289°3	60°5	358°4	+42°9	356°3	+32°6	I
	M 25	2½°		262·3	44·0	282·3	45·0	22·5	35·5	11·0	25·2	
32	M 27	2	12 14 57	297·3	23·0	287·3	15·0	18·8	0·5	31·2	0·0	VI
	S 31	2°		288·7	26·9	277·1	22·5	23·1	8·2	34·2	12·0	
33	W 22	2°	12 38 37	227·3	44·5	221·3	30·5	49·5	57·5	75·1	54·0	?
	M 29	2		246·3	28·5	238·3	20·0	56·2	36·2	69·9	35·6	
34	M 30	2	12 40 6	285·3	71·0	286·3	66·0	354·7	40·3	359·7	37·2	III
	S 37	2		178·5	64·1	186·7	54·5	328·6	73·6	359·0	82·0	
35	W 25	2°	12 47 12	127·3	46·5	114·3	36·5	261·0	55·1	254·7	41·7	I
	M 31	2		179·3	61·0	135·3	59·0	330·8	77·2	281·6	62·1	
36	W 28	4	12 53 41	256·3	36·5	266·3	31·5	46·7	34·7	44·9	28·1	I
	S 40	4		241·5	31·9	248·5	26·6	59·9	41·6	60·4	33·6	
37	W 29	2	12 55 7	46·3	46·5	50·3	33·5	304·4	13·0	294·9	3·4	V
	M 33	neb.		359·3	57·0	356·3	46·0	334·6	15·2	336·7	4·3	
38	W 37	3	13 24 31	265·3	40·0	275·3	37·5	45·9	31·3	42·2	23·7	II
	S 42	4		242·7	30·4	252·7	26·5	68·2	39·9	65·1	30·6	
39	W 39	2	13 38 14	307·3	66·5	335·3	63·5	7·7	31·4	357·7	23·4	I
	M 37	2°		291·3	47·0	300·3	40·0	28·3	+22·3	27·6	+12·7	

13. August 1869.

40	W 7	3•	11 21 22	281·3	50·0	294·3	41·5	358·9	+29·1	358·1	+16·7	IX
	S 8	3•		237·0	40·4	254·7	35·3	30·9	48·9	25·8	35·0	
41	W 8	3	11 23 32	298·3	75·0	153·3	67·0	330·5	39·6	287·0	66·8	VI
	S 9	3		244·1	48·1	195·0	41·7	17·4	48·3	65·6	77·9	
42	W 11	1·2•	11 36 57	240·3	43·0	228·3	29·0	31·3	48·6	56·1	48·4	?
	B 2	2·3•		328·5	40·2	284·2	50·2	339·1	12·7	0·6	28·6	
43	W 22	2•	12 4 11	109·3	50·0	102·3	39·0	264·2	45·5	254·6	35·5	V
	B 5	3		59·2	42·5	53·7	28·0	281·3	15·3	276·8	0·7	
44	S 21	4	12 16 40	238·3	32·8	202·7	27·6	52·5	44·3	96·1	63·1	X
	B 6	3		336·2	49·5	355·2	66·5	341·0	10·8	327·6	25·8	
45	W 39	3•	12 31 45	227·3	26·0	224·3	22·0	74·0	47·1	80·8	46·1	IV
	B 7	3		271·2	35·5	264·2	28·5	33·5	25·5	43·6	25·0	
46	W 44	3	12 47 9	175·3	47·0	174·3	35·5	224·0	86·8	174·7	77·1	VI
	B 8	3		35·2	62·5	77·2	56·5	315·9	25·0	292·8	33·5	
47	S 24	2	12 49 27	242·3	21·9	239·9	15·9	68·7	34·4	75·8	31·8	V
	B 9	4		294·2	37·5	300·2	27·5	22·0	14·4	23·9	3·4	
48	W 55	2•	12 56 41	108·7	67·0	113·7	37·0	301·0	50·4	259·1	+41·5	IV
	B 11	3·4•		26·2	44·5	23·2	20·5	317·0	+ 6·4	312·7	−17·4	

Nr.	Beobachtungsort	Größe	Mittlere Wiener Zeit	Anfang		Ende		Anfang		Ende		R.
				Azimuth	Höhe	Azimuth	Höhe	AR.	Decl.	AR.	Decl.	
49	W 60	2	13h 13m 16s	337°2	46°0	346°3	40°0	356°3	+ 6°2	351°1	— 1°0	I
	S 26	3		260·3	41·1	270·6	35·1	45·0	34·7	44·7	+24·5	
50	W 62	3	13 16 25	157·3	19·0	155·3	14·0	201·4	55·6	200·7	50·3	I
	B 13	4•		118·2	44·5	108·2	25·5	268·4	48·6	254·9	30·6	
51	W 70	5	13 30 53	7·7	52·0	20·5	41·0	340·4	10·4	329·8	1·1	IV
	S 28	3		232·8	55·4	209·3	47·3	41·2	56·7	64·0	70·2	
52	W 74	3	13 43 40	342·7	45·0	330·7	40·0	0·6	4·4	10·5	2·0	VI
	S 31	3		294·8	47·9	282·3	45·2	28·5	21·0	37·1	24·8	
53	S 33	2	13 49 39	199·3	34·2	206·3	30·5	115·2	70·2	109·8	63·5	III
	B 15	2·3		25·2	67·0	3·2	61·5	337·8	27·8	347·0	+20·7	
54	W 82	2	13 53 7	225·3	55·5	stationär		48·7	61·5	.	.	I
	B 16	2·3		229·2	53·5	345·2	36·5	8·1	16·0	1·5	— 3·3	
55	W 90	4	13 58 36	332·3	73·0	328·3	79·0	1·3	32·8	359·4	+38·6	IV
	S 36	4		240·3	55·3	231·7	52·7	46·7	52·8	53·2	57·2	
56	W 92	3	14 7 10	168·5	20·0	165·5	17·0	196·4	60·3	199·9	+56·7	V
	B 18	4		38·2	44·5	35·2	26·5	326·3	+ 9·5	321·5	— 8·0	

Die geographischen Coordinaten der Beobachtungsorte nahm ich folgendermaßen an, wobei die Längen von Paris gezählt sind.

Beobachtungsort	λ	φ
Wien (Sternwarte).....	14° 2' 36"	+48° 12'36"
Melk (Stiftskirche).....	12 59 49	48 13 46
Semmering (Bahnstation).....	13 29 36	47 38 8
Brünn (Technik)	14 16 30	49 11 39

daraus ergibt sich

Standlinie	S	D	lR	R in geog. Meil.
Wien—Melk	91°26'	+ 0°48'	1·0194	10·5
Wien—Semmering.....	41 3	—34 21	1·0108	10·3
Wien—Brünn	191 35	+40 42	1·1742	14·9
Melk—Semmering	322 47	—35 47	1·0096	10·2
Melk—Brünn.....	228 53	+29 41	1·2819	19·1
Semmering—Brünn.....	203 38	+39 2	1·3910	24·6

Die Radiationspunkte I und II, ferner am 13. August auch noch V schienen mir sowohl wegen der größeren Zahl der aus ihnen hervorbrechenden Meteore, als auch wegen der ziemlich symmetrischen Vertheilung derselben hinreichend sicher bestimmt, um die Ebenen der Meteorbahnen vor der Höhenberechnung durch ein Legen durch diese Radianten verbessern zu können. Die dazu nöthigen Größen, nebst der Länge der Meteorbahn und ihrer Lage in Bezug auf den Äquator sind:

Nr.	Ort	Anfang		Ende		Anfang	Ende	L	Ω	$l \operatorname{tg} J$
		$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha_2$	$\Delta\delta_2$	Δh	Δh_2			
					I.					
					August 11 ($49^\circ 9 + 55^\circ 6$).					
1	W 2	+0°34'	−0°37'	+0° 9'	+0°39'	−0°8	+0°4	8°26'	198°59'	0·4568
	B 1	−0 2	+0 11	+0 13	−0 18	−0·1	−0·1	13 10	101 26	0·2697
3	M 3	−1 29	+1 0	+1 27	−0 58	+1·8	−1·3	18 46	177 11	0·2638
	B 13	+1 38	−0 44	−1 40	+0 46	−0·6	+1·0	11 26	158 3	0·1866
6	M 7	−1 10	+0 23	+1 4	−0 20	+1·0	−1·0	11 4	210 39	0·6464
	B 16	+1 30	−0 47	−1 34	+0 50	−0·9	+1·2	29 30	168 47	0·2223
7	W 26	.	.	.	.	.	.	.	170 8	0·2280
	M 9	+0 44	+0 18	−0 40	−0 13	−0·3	+0.3	20 53	201 26	0·4864
	B 17	−0 14	+0 7	+0 13	−0 8	+0·2	+0·1	26 48	168 25	0·2207
8	W 29	+1 27	−0 18	−1 8	+0 13	+0·7	−0·7	19 7	70 52	0·6109
	B 19	−1 26	+0 58	+1 23	−0 54	0·0	+0·2	17 21	99 3	0·2857
9	W 32	+0 2	−0 2	−0 3	0 0	0·0	+0·1	4 53	199 18	0·4578
	M 11	−1 52	+0 35	+1 46	−0 33	+1·7	−1·6	12 3	217 23	0·8286
10	W 34	−0 1	−0 27	−0 13	+0 26	0·0	−0·2	10 37	103 24	0·2594
	M 12	−0 3	+0 1	+0 3	0 0	−0·1	0·0	6 13	213 34	0·7153

14	W 46	+ 3 18	−0 26	−1 50	+0 14	+1·0	−1·0	23 18	63 3	0·8077
	M 18	− 0 1	−0 1	−0 4	0 0	0·0	0·0	17 28	56 47	1·0856
15	W 47	+ 0 1	−0 5	−0 19	+0 4	−0·1	−0·3	10 27	82 58	0·4277
	B 26	− 2 37	+3 50	+2 42	−3 44	+2·8	−3·6	13 5	129 15	0·1718
18	W 58	+ 1 49	+0 6	−1 33	−0 6	+1·4	−0·9	9 24	53 47	1·3345
	B 30	− 0 9	+0 3	+0 8	−0 1	−0·1	+0·1	23 46	72 31	0·5796
19	W 59	− 1 29	−0 47	+1 26	+0 44	+0·3	−0·3	6 6	119 48	0·1918
	M 24	− 0 40	−0 19	+0 38	+0 18	+0·2	−0·2	10 40	97 42	0·2948
23	W 65	+ 0 51	+0 26	−0 48	−0 23	−0·3	+0·3	8 35	88 33	0·3690
	B 36	+ 1 8	−0 16	−1 5	+0 15	−0·9	+0·9	19 4	205 21	0·5460
24	M 38	+ 0 12	−0 5	−0 12	+0 4	.	.	19 37	150 19	0·1718
	B 40	+ 3 2	−1 29	−3 0	+1 28	.	.	20 32	146 23	0·1673

August 12 (49°5+56°7).

29	M 21	+ 1 18	+1 15	+1 18	−1 14	−1·0	+0·9	15 41	85 7	0·4394
	S 28	− 5 55	−0 10	+2 45	+0 5	−0·9	+0·7	8 49	225 26	1·3310
30	W 15	−14 11	+1 16	−8 42	−0 42	+1·9	−3·1	29 4	223 15	1·1400
	M 24	− 2 27	+0 50	+2 33	−0 59	+1·3	−1·6	6 30	197 19	0·4561
31	W 16	+ 3 42	−1 28	−3 21	+1 20	−3·4	+2·9	10 25	147 0	0·1863
	M 25	− 1 23	+0 59	+1 21	−0 53	+1·6	−1·4	14 17	179 8	0·2958
35	W 25	− 0 15	+0 4	+0 12	−0 2	−0·2	0·0	14 1	65 35	0·7399
	M 31	+ 1 3	−1 6	−2 7	+0 33	+0·9	−1·1	21 38	71 19	0·6123

11	W 37	−0 37	+0 2	+0 33	−0 2	−0·5	+0·3				
	B 21	−2 4	+0 44	+1 45	−0 38	−1·1	+0·6	31 40	100 53	0·3…	
20	W 60	+0 24	−0 3	−0 20	+0 1	+0·1	−0·3	14 11	88 3	0·8645	
	M 26	−0 48	+1 37	+2 3	−1 14	−1·3	+1·5	18 7	111 9	0·3896	
	B 33	.	.	.	.	.	.	.	125 53	0·2606	
21	W 61	+0 24	−0 4	−0 16	+0 4	0·0	−0·3	7 36	92 14	0·7244	
	B 34	+1 50	−0 59	−1 43	+0 54	−0·2	+0·3	24 25	137 10	0·2031	

August 12 (72°1+54°4).

28	W 7	+0 53	+1 4	−0 42	+1 10	−0·7	−0·6	10 56	99 24	0·4837
	M 13	+0 14	−0 12	−0 15	+0 13	−0·3	+0·1	7 31	169 2	0·1484
38	W 37	+0 28	−0 13	−0 26	+0 13	−0·4	+0·4	8 13	209 19	0·3130
	S 42	−0 34	+0 7	+0 32	−0 5	+0·4	−0·5	9 38	240 57	0·8586

V.

August 13 (344°8+52°4).

43	W 22	+1 7	−0 52	−1 6	+0 46	+0·2	−0·3	12 16	44 21	0·1779
	B 5	+2 15	−1 8	−2 11	+1 5	+0·4	−0·1	14 47	93 19	0·1365
47	S 24	+0 53	+1 5	−0 54	−1 3	+0·2	−0·3	6 30	99 30	0·1551
	B 9	−1 43	−0 34	+1 43	+0 34	+0·6	−0·4	11 10	27 42	0·2806
56	W 92	+3 15	+0 7	−3 1	−0 5	+0·2	−0·9	4 4	359 31	0·7086
	B 18	+0 3	−0 1	−0 2	−0 1	+0·2	+0·2	18 8	143 42	0·5569

Der Rest der Meteore wurde so behandelt, als ob deren Radiant unbekannt wäre, da die vorhandenen Beobachtungen nicht ausreichen ihn mit der nöthigen Sicherheit zu bestimmen. Für diese Meteore ist:

August 1869.

Datum	Nr.	Ort	L	Ω	$l \operatorname{tg} J$	Radiant
11.	2	W 15	12° 6'	119°15'	0·2784	VII
		B 6	24 13	147 59	9·9896	
	12	W 41	12 43	115 26	1·2057	VII
		B 22	18 46	79 52	9·5316	
	16	M 20	14 0	24 50	0·0954	III
		B 27	14 25	340 6	0·2547	
	17	W 56	7 9	331 40	0·2729	VI
		B 29	13 13	322 17	9·4894	
	22	W 64	10 56	41 27	0·4717	VIII
		M 30	11 42	30 18	3·1497	
	25	W 77	4 50	308 46	0·5052	III
		B 44	6 18	356 9	0·2069	
	26	W 81	8 21	12 16	0·2922	V
		M 44	9 4	156 44	0·7178	
12.	27	M 12	10 11	356 27	9·8951	VI
		S 18	15 9	355 2	0·6127	
	32	M 27	12 25	31 12	8·6090	VI
		S 31	11 32	181 48	9·5984	
	33	W 22	14 39	136 11	0·1965	?
		M 29	11 7	147 50	9·8646	
	34	M 30	4 59	35 31	0·1130	III
		S 37	10 18	126 16	0·9514	
	37	W 29	13 26	111 38	0·0193	V
		M 33	21 1	337 30	0·7287	
13.	40	W 7	12 26	177 10	1·2643	IX
		S 8	14 24	197 55	0·7075	
	41	W 8	36 18	348 42	0·4233	VI
		S 9	34 37	185 21	0·7302	
	42	W 11	16 26	132 48	0·0635	?
		B 2	25 34	145 16	9·9745	

Datum	Nr.	Ort	L	Ω	l tg. J	Radiant
13.	44	S 21	30°59'	204°29'	0·3174	X
		B 6	19 37	349 27	0·1137	
	45	W 39	4 47	151 2	0·0431	IV
		B 7	9 9	121 17	9·6788	
	46	W 44	10 39	342 17	1·3077	VI
		B 8	21 49	354 2	9·8780	
	48	W 55	30 1	31 5	0·0825	IV
		B 11	24 10	135 52	0·7539	
	51	W 70	14 3	148 34	9·9519	IV
		S 28	16 42	197 58	0·5864	
	52	W 74	10 10	18 32	9·3978	VI
		S 31	8 47	173 40	9·8274	
	53	S 33	7 1	276 13	0·9313	III
		B 15	10 59	8 20	0·0160	
	55	W 90	6 0	9 11	0·6715	IV
		S 36	5 45	195 7	0·4006	

Mit Hilfe dieser Angaben findet man nach den oben mitgetheilten Formeln für die Entfernungen der Meteore von den Beobachtungsorten und für deren Anfangs- und Endhöhen in geographischen Meilen nebst der Maximalunsicherheit dieser Zahlen für einen Beobachtungsfehler von 1° ($\varepsilon = 1^\circ$):

Radiant I (Perseiden).

Datum	Nr.	Ort	h	h_2	r	r_2	H	H_2
11.	1	W 2	32°2	29°9	22·5±2·0	16·4±1·0	12·2±1·1	8·3±0·5
		B 1	57·6	70·6	19·1 1·8	12·5 0·8	16·2 1·5	11·8 0·8
	3	M 3	46·8	37·7	31·2 5·1	25·2 3·8	23·0 3·8	15·7 2·4
		B 13	34·1	24·7	33·4 3·8	33·8 3·5	19·2 2·2	14·7 1·5
	6	M 7	38·0	33·0	31·2 3·4	21·8 1·8	19·5 2·1	12·1 1·0
		B 16	44·6	22·9	21·5 1·4	19·7 0·9	15·2 1·0	7·9 0·4
	7	M 9	39·7	32·3	31·1 3·7	19·7 1·7	20·2 2·4	11·0 0·9
		B 17	43·4	23·8	25·5±1·8	23·6±1·3	17·7±1·3	9·8±0·5

Datum	Nr.	Ort	h	h_2	r	r_2	H	H_2
11.	8	W 29	46°7	31°3	24·1 ± 1·7	22·9 ± 1·6	17·8 ± 1·3	12·1 ± 0·8
		B 19	51·7	34·6	26·0 1.7	26·1 1·7	20·6 1·3	15·1 1·0
	9	W 32	42·6	40·7	23·4 5·2	20·8 3·8	16·0 3·6	13·7 2·5
		M 11	32·7	25·4	37·0 5·5	28·3 3·5	20·5 3·1	12·5 1·5
	10	W 34	61·5	71·8	19·8 2·9	12·1 1·1	17·5 2·6	11·5 1·0
		M 12	42·9	41·0	26·3 3·6	18·0 1·6	18·0 2·5	11·9 1·1
	14	W 46	48.8	32·9	21·6 7·0	17·8 4·2	16·4 5·3	9·8 2·4
		M 18	53.8	49·8	20·3 13·2	12·7 6·0	16·5 10·6	9·7 4·6
	15	W 47	68·9	64·7	19·3 1·1	11·5 0·7	18·0 1·0	10·4 0·6
		B 26	52·5	39·9	15·3 0·7	11·2 0·6	12·2 0·6	7·2 0·4
	18	W 58	22·4	15·0	36·2 3·0	35·4 2·9	14·4 1·2	9·8 0·8
		B 30	36·1	15·8	31·8 3·1	31·4 3·0	19·1 1·9	9·1 0·9
	19	W 59	30·7	24·6	28·4 10·0	22·4 5·8	14·8 5·1	9·6 2·6
		M 24	27·1	16·7	43·2 9·6	30·7 4·5	20·5 4·4	9·3 1·4
	23	W 65	36·1	28·2	16·9 2·1	11·9 1·1	10·1 1·3	5·7 0·5
		B 36	46·9	34·7	23·7 ± 1·1	17·2 ± 0·5	17·4 ± 0·7	9·9 ± 0·3

Das Meteor Nr. 24, M 38 = B 40 ist wegen ungünstiger Bahnlage nicht zu berechnen. Vom Meteore Nr. 7, W 26 = M 9 = B 17 wurde in Wien nur der lang nachleuchtende Schweif gesehen, und dessen Mitte pointirt. Aus der dadurch gegebenen Bahnebene ergibt sich in ziemlich guter Übereinstimmung mit den obigen Werthen aus den Beobachtungen in Melk: $r = 34{\cdot}3$ $r_2 = 21{\cdot}8$ $H = 22{\cdot}3$ $H_2 = 12{\cdot}2$, während die Bahnebene in Brünn mit der in Wien so nahe zusammenfällt, daß die Höhenberechnung illusorisch wird.

Datum	Nr.	Ort	h	h_2	r	r_2	H	H_2
12.	29	M 21	57°0	69°9	24·8 ± 3·3	14·5 ± 1·4	20·9 ± 2·8	13·6 ± 1·3
		S 28	43·9	41·8	22·2 1·7	18·8 1·0	15·6 1·1	12·6 0·7
	30	W 15	43·4	38·4	27·5 3·8	13·8 1·0	19·1 2·6	8·6 0·6
		M 24	37·3	35·4	15·8 9·7	9·3 3·0	9·7 5·8	5·4 1·7
	31	W 16	61·1	63·4	28·0 4·4	22·4 2·5	24·6 3·9	20·1 2·2
		M 25	45·6	43·6	39·7 5·2	27·6 2·6	28·8 3·8	19·3 1·8
	35	W 25	46·3	36·5	24·4 8·7	15·3 3·5	17·8 6·2	9·2 2·1
		M 31	61·9	57·9	11·3 ± 9·9	7·6 ± 2·6	10·0 ± 8·8	6·5 2·2

Datum	Nr.	Ort	h	h_2	r	r_2	H	H_2
12.	36	W 28	36·9	31·2	34·9±7·4	24·9±3·7	21·4±4·6	13·2±2·3
		S 40	32·5	25·9	50·4 9·9	34·4 2·9	28·1 5·4	15·6 1·6
	39	W 39	67·9	62·6	21·2 2·0	17·0 1·3	19·7 1·9	15·1 1·2
		M 37	46·2	41·0	24·5 2·0	20·3 1·4	17·8 1·4	13·5 0·9
13.	49	W 60	46·8	39·7	10·7 0·4	10·2 0·3	7·8 0·3	6·6 0·2
		S 26	40·9	35·2	10·4 1·0	7·8 0·6	6·8 0·7	4·5 0·3
	50	W 62	18·2	14·3	21·5 0·9	20·5 0·8	6·9 0·3	5·3 0·2
		B 13	42·8	26·6	13·7±0·9	12·4±0·8	9·4±0·6	5·6±0·4
	54	W 82	55·2	55·2	16·8 .	10·2 .	13·8 .	8·4 .
		B 16	54·0	36·1	16·7 .	13·8 .	13·6 .	8·2 .

Da das Meteor Nr. 54 in Wien stationär war, ist es offenbar erlaubt, die Gleichzeitigkeit der Brünner und Wiener Beobachtungsmomente anzunehmen. Diese vorausgesetzt, werden mit Beibehaltung der früheren Bezeichnungen die Formeln zur Höhenberechnung:

$$\cos s = \sin\delta \sin D + \cos\delta \cos D \cos(\alpha - A)$$

$$\cos s' = \sin\delta' \sin D + \cos\delta' \cos D \cos(\alpha' - A)$$

$$r = \frac{\sin s'}{\sin(s' - s)} R \qquad r' = \frac{\sin s}{\sin(s' - s)} R.$$

und ähnlich für r_2 und r_2'.

Nimmt man für jede einzelne Sternschnuppe einfach das Mittel der gefundenen Anfangshöhen, so wie das der Endhöhen und berechnet den Maximaleinfluß der Beobachtungsfehler nach der Formel

$$e = \tfrac{1}{2}\sqrt{(\varepsilon^2 + \varepsilon'^2)},$$

so erhält man:

Datum	Nr.	H	H_2
11.	1	14·2±0·9	10·0±0·5
	3	21·1 2·2	15·2 1·4
	6	17·3 1·0	10·0 0·5
	7	18·9 1·1	10·4 0·5
	8	19·2 1·2	13·6 0·6
	9	18·2±2·6	13·1±1·5

Datum	Nr.	H	H_0
11.	10	17·7±1·0	11·7±0·7
	14	16·4 5·9	9·7 2·6
	15	15·1 0·6	8·8 0·4
	18	16·7 1·1	9·4 0·6
	19	17·6 3·4	9·4 1·5
	23	13·7 0·7	7·8 0·3
12.	29	18·2 1·5	13·1 0·7
	30	14·4 3·2	7·0 0·9
	31	26·7 2·7	19·7 1·4
	35	13·9 5·4	7·8 1·5
	36	24·7 3·6	14·4 1·4
	39	18·7 1·2	14·3 0·7
13.	49	7·3 0·4	5·5 0·2
	50	8·1±0·3	5·4±0·2
	54	13·7 .	8·3 .

Vereinigt man diese Zahlen zu Tagesmitteln, indem man den Meteoren Nr. 3, 9, 14, 19 und 35 das Gewicht $^1/_2$ den übrigen aber das Gewicht 1 gibt, um die Unsicherheit jedes einzelnen Resultates wenigstens einigermaßen zu berücksichtigen, so hat man

August 11	$H = 16·95$	$H_2 = 10·54$	aus 12 Met.
„ 12	19·94	13·16	„ 6 „
„ 13	9·70	6·40	„ 3 „
Mittel (nach Zahl der Met.)	16·77	10·70	aus 21 Met.

Radiant II.

Datum	Nr.	Ort	h	h_2	r	r_2	H	H_2
11.	4	W 23	32°2	29°4	12·6±0·3	10·5±0·1	6·8±0·2	5·2±0·1
		B 14	66·4	47·5	6·5 0·5	6·9 0·5	6·0 0·5	5·1 0·4
	5	W 24	48·0	45·3	20·2 3·1	18·6 2·4	15·0 2·3	13·3 1·7
		M 5	56·2	62·5	17·3 3·7	13·5 2·4	14·4 3·1	12·0 2·1
	5	W 24	48·0	45·3	19·4 1·3	17·9 1·2	14·5 1·0	12·8 0·9
		B 15	57·2	30·8	18·3 1·1	20·8 1·3	15·4 0·9	10·8 0·7
	5	M 5	56·2	62·5	14·0 3·8	10·6 3·2	11·7 3·2	9·4 2·9
		B 15	57·2	30·8	17·1 2·7	24·2 3·6	14·4 2·3	12·6 1·9
	11	W 37	40·5	34·3	22·9 1·8	22·5 1·9	15·1 1·2	12·9 1·1
		B 21	53·6	25·3	24·2±1·8	27·5±2·2	19·6±1·5	12·1±1·0

Datum	Nr.	Ort		h	h_2	r	r_2	H	H_2
11.	20	W	60	47°1	37°7	13·4±0·9	12·5±0·7	9·9±0·7	7·5±0·4
		B	26	69·7	76·5	7·8 1·4	5·7 0·9	7·3 1·3	5·5 0·9
	20	W	60	47·1	37·7	15·5 .	14·8 .	11·4 .	9·1 .
		B	33	45·4	.	17·9 .	. .	12·8 .	. .
	20	M	26	69·7	76·5	16·8 .	12·3 .	15·8 .	12·0 .
		B	33	45·4	.	21·4 .	. .	15·4 .	. .
	21	W	61	60·0	58·7	15·8 1·0	14·2 0·9	13·7 0·9	12·2 0·8
		B	34	61·5	37·5	16·6 0·7	16·8 0·6	14·6 0·6	10·3 0·4
12.	28	W	7	53·8	64·9	15·7 1·5	11·9 0·9	12·7 1·2	10·8 0·8
		M	13	35·7	38·1	24·0 1·9	18·4 1·1	14·2 1·1	11·6 0·7
	38	W	37	39·6	37·9	22·9 3·5	18·4 1·9	14·8 2·3	11·4 1·2
		S	42	30·8	26·0	34·8±6·8	21·5±2·8	18·3±3·7	9·6±1·3

Zieht man wieder aus den Höhenangaben jedes einzelnen Meteores das Mittel, und faßt hierauf die beiden an drei Orten beobachteten zusammen, so findet man

Datum	Nr.	H	H_2
11.	4	6·4±0·3	5·1±0·2
	5	14·2 0·9	11·8 0·8
	11	17·3 1·0	12·5 0·7
	20	12·1 .	9·2 .
	21	14·1 0·5	11·2 0·4
12.	28	13·4 0·8	11·2 0·5
	38	16·4±2·2	10·5±0·9

Die Vereinigung in Tagesmittel führt nun zu

August 11	H = 12·82	H_2 = 9·96	aus 5	Meteoren
„ 12	= 14·90	= 10·85	„ 2	„
Im Mittel	= 13·41	= 10·24	aus 7	„

Nr.	Ort	Anfang		Ende		Anfang	Ende	L	Ω	$l \operatorname{tg} J$
		$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha_2$	$\Delta\delta_2$	Δh	Δh_2			
					I.					
					August 11 (49°9+55°6).					
1	W 2	+0°34'	−0°37'	+0° 9'	+0°39'	−0°8	+0°4	8°26'	198°59'	0·4568
	B 1	−0 2	+0 11	+0 13	−0 18	−0·1	−0·1	13 10	101 26	0·2697
3	M 3	−1 29	+1 0	+1 27	−0 58	+1·8	−1·3	18 46	177 11	0·2638
	B 13	+1 38	−0 44	−1 40	+0 46	−0·6	+1·0	11 26	158 3	0·1866
6	M 7	−1 10	+0 23	+1 4	−0 20	+1·0	−1·0	11 4	210 39	0·6464
	B 16	+1 30	−0 47	−1 34	+0 50	−0·9	+1·2	29 30	168 47	0·2223
7	W 26								170 8	0·2280
	M 9	+0 44	+0 18	−0 40	−0 13	−0·3	+0.3	20 53	201 26	0·4864
	B 17	−0 14	+0 7	+0 13	−0 8	+0·2	+0·1	26 48	168 25	0·2207
8	W 29	+1 27	−0 18	−1 8	+0 13	+0·7	−0·7	19 7	70 52	0·6109
	B 19	−1 26	+0 58	+1 23	−0 54	0·0	+0·2	17 21	99 3	0·2857
9	W 32	+0 2	−0 2	−0 3	0 0	0·0	+0·1	4 53	199 18	0·4578
	M 11	−1 52	+0 35	+1 46	−0 33	+1·7	−1·6	12 3	217 23	0·8286
10	W 34	−0 1	−0 27	−0 13	+0 26	0·0	−0·2	10 37	103 24	0·2594
	M 12	−0 3	+0 1	+0 3	0 0	−0·1	0·0	6 13	213 34	0·7153

oder im Mittel für die einzelnen Meteore

Datum	Nr.	H	H_2
13.	45	9·2±0·7	7·7±0·5
	48	13·0 0·9	4·2 0·2
	51	7·0 0·5	4·4 0·2
	55	12·6±0·9	11·6±0·8
	Mittel	10.45 .	6·98 .

Radiant V.

Datum	Nr.	Ort	h	h_2	r	r_2	H	H_2
1.	26	W 81	44°0	36°0	17·1±1·3	15·2±1·0	12·7±0·9	9·0±0·6
		M 44	57·0	50·0	17·0 1·0	15·0 0·8	14·3 0·8	11·5 0·6
12.	37	W 29	46·5	33·5	21·2 2·7	15·7 1·3	15·6 2·0	8·7 0·7
		M 33	57·0	46·0	19·7 2·3	12·4 1·0	16·6 1·9	9·0 0·7
13.	43	W 22	50·2	38·7	23·3 1·4	20·2 1·2	18·0 1·1	12·8 0·8
		B 5	42·9	27·6	26·2 1·4	23·7 1·0	18·0 1·0	11·3 0·5
	47	S 24	22·1	15·6	31·5 1·0	29·8 0·9	12·3 0·4	8·5 0·3
		B 9	38·1	27·1	26·0 1·4	22·5 1·0	16·3 0·9	10·5 0·5
	56	W 92	20·2	16·1	9·8 0·5	10·8 0·4	3·4 0·2	3·1 0·1
		B 18	44·7	26·7	9·5±0·7	8·1±0·4	6·7±0·5	3·7±0·2

Daraus im Mittel für die einzelnen Meteore

Datum	Nr.	H	H_2
11.	26	13·5±0·6	10·2±0·4
12.	37	16·1±1·4	8·8±0·5
13.	43	18·0±0·7	12·0±0·5
	47	14·3 0·5	9·5 0·3
	56	5·0±0·3	3·4±0·1
	Mittel	12·43 .	8·30 .

Nr.	Ort	Anfang		Ende		Anfang	Ende	L	Ω	$l\,tg\,J$
		$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha_2$	$\Delta\delta_2$	Δh	Δh_2			
36	W 28	− 0°29′	+0° 3′	+0°26′	−0° 3′	+0°4	−0°3	9°43′	223°29′	1·1617
	S 40	− 1 17	−0 10	+1 11	+0 9	+0·6	−0·7	8 1	70 43	0·6241
39	W 39	− 1 6	+0 55	+1 6	−0 50	+1·4	−0·9	11 56	164 28	0·225
	M 37	+ 1 12	−0 13	−1 8	+0 12	−0·8	+1·0	9 37	202 34	0·5265
		August 13 (49°1+61°6).								
49	W 60	−0 46	+0 26	+0 46	−0 27	+0·8	−0·3	8 52	172 31	0·3456
	S 26	+0 16	0 0	−0 14	0 0	−0·2	+0·1	10 13	222 58	1·2385
50	W 62	−1 33	−0 5	+1 23	+0 4	−0.8	+0·3	5 19	212 42	0·8162
	B 13	−3 31	+1 9	+2 47	−0 55	−1·7	+1·1	20 43	71 4	0·6941
54	W 82	−0 24	−0 6	stationär		−0·3				
	B 16	+0 56	+0 43	−0 53	−0 45	+0·5	−0·4	22 22	182 13	0·4038
		II.								
		August 11 (77°3+53°8).								
4	W 23	+0 33	+0 16	−0 38	−0 12	+0·2	−0·6	9 9	236 45	0·5903
	B 14	−3 35	+2 50	+3 30	−2 31	+1·2	−0·2	19 4	115 8	0·3479
5	W 24	−1 12	+0 1	+0 53	−0 1	−1·0	+0·3	10 20	256 37	2·0561
	M 5	+0 27	+0 49	+2 13	−0 34	−0·8	+0·5	12 39	91 27	0·7460
	B 15	−2 42	+1 24	+2 24	−0 45	−0·5	+1·1	29 8	104 21	0·4776

11	W	37	−0 37	+0 2	+0 33	−0 2	−0·5	+0·3	10 28	79 12	1·6158
	B	21	−2 4	+0 44	+1 45	−0 38	−1·1	+0·6	31 40	100 53	0·5335
20	W	60	+0 24	−0 3	−0 20	+0 1	+0·1	−0·3	14 11	88 3	0·8645
	M	26	−0 48	+1 37	+2 3	−1 14	−1·3	+1·5	18 7	111 9	0·3896
	B	33	.	.	.	.	.	.	.	125 53	0·2606
21	W	61	+0 24	−0 4	−0 16	+0 4	0·0	−0·3	7 36	92 14	0·7244
	B	34	+1 50	−0 59	−1 43	+0 54	−0·2	+0·3	24 25	137 10	0·2031

August 12 ($72^\circ 1 + 54^\circ 4$).

28	W	7	+0 53	+1 4	−0 42	+1 10	−0·7	−0·6	10 56	99 24	0·4837
	M	13	+0 14	−0 12	−0 15	+0 13	−0·3	+0·1	7 31	169 2	0·1484
38	W	37	+0 28	−0 13	−0 26	+0 13	−0·4	+0·4	8 13	209 19	0·3130
	S	42	−0 34	+0 7	+0 32	−0 5	+0·4	−0·5	9 38	240 57	0·8586

V.

August 13 ($344^\circ 8 + 52^\circ 4$).

43	W	22	+1 7	−0 52	−1 6	+0 46	+0·2	−0·3	12 16	44 21	0·1779
	B	5	+2 15	−1 8	−2 11	+1 5	+0·4	−0·1	14 47	93 19	0·1365
47	S	24	+0 53	+1 5	−0 54	−1 3	+0·2	−0·3	6 30	99 30	0·1551
	B	9	−1 43	−0 34	+1 43	+0 34	+0·6	−0·4	11 10	27 42	0·2806
56	W	92	+3 15	+0 7	−3 1	−0 5	+0·2	−0·9	4 4	359 31	0·7086
	B	18	+0 3	−0 1	−0 2	−0 1	+0·2	+0·2	18 8	143 42	0·5569

Radiant IX.

Datum	Nr.	Ort	h	h_2	r	r_2	H	H_2
13.	40	W 7	50°0	41°5	18·4±1·9	18·4±1·8	14·2±1·5	12·3±1·2
		S 8	40·4	35·5	25·1±2·2	22·5±1·9	16·5±1·4	13·2±1·1

also im Mittel

Nr. 40 $H = 15·3 \pm 1·0$ $H_2 = 12·7 \pm 0·8$.

Radiant X.

Datum	Nr.	Ort	h	h_2	r	r_2	H	H_2
13.	44	S 21	32°8	27°6	22·1±0·4	23·1±0·4	12·2±0·2	10·9±0·2
		B 6	49·5	66·5	15·0±0·9	11·9±0·6	11·5±0·7	10·9±0·5

oder im Mittel

Nr. 44 $H = 11·8 \pm 0·4$ $H_2 = 10·9 \pm 0·3$.

Radiant unbekannt.

Datum	Nr.	Ort	h	h_2	r	r_2	H	H_2
12.	33	W 22	44°5	30°5	17·2±1·9	19·6± 2·5	12·1±1·3	10·1±1·3
		M 29	28·5	20·0	24·5 1·9	27·4 2·5	12·0 0·9	9·8 0·9
13.	42	W 11	43·0	29·0	33·3 8·2	49·3 15·4	23·0 5·6	24·9 7·6
		B 2	40·2	30·2	28·4±5·8	29·1± 7·6	18·6±3·9	22·6±5·8

oder wieder das Mittel der Höhenangaben beider Orte für jedes Meteor bildend

August 12 Nr. 33 $H = 12·0 \pm 0·8$ $H_2 = 9·9 \pm 0·8$
„ 13 „ 42 $20·8 \pm 3·4$ $23·7 \pm 4·8$.

Stellt man nun der Übersicht wegen, die für die einzelnen Radianten gewonnenen Tagesmittel der Anfangs- und Endhöhen zusammen, so hat man

Radiant	August 11		Zhl. d. Met.	August 12		Zhl. d. Met.	August 13		Zhl. d. Met.	Mittel		Zhl. d. Met.
	H	H_2		H	H_2		H	H_2		H	H_2	
I	16·95	10·54	12	19·94	13·16	6	9·70	6·40	3	16·77	10·70	21
II	12·82	9·96	5	14·90	10·85	2	.	.	.	13·41	10·24	7
III	13·55	9·10	2	15·5	11·4	1	13·7	10·4	1	14·08	10·00	4
IV	.	.	.	.	.	.	10·45	6·98	4	10·45	6·98	4
V	13·5	10·2	1	16·1	8·8	1	12·43	8·30	3	13·38	8·78	5
VI	6·2	4·5	1	10·60	7·20	2	12·16	9·31	3	10·65	7·80	6
VII	11·55	10·00	2	.	.	.	.	.	.	11·55	10·00	2
VIII	19·0	15·5	1	.	.	.	.	.	.	19·0	15·5	1
IX	.	.	.	.	.	.	15·3	12·7	1	15·3	12·7	1
X	.	.	.	.	.	.	11·8	10·9	1	11·8	10·9	1
Sp.	.	.	.	12·0	9·9	1	20·8	23·7	1	.	.	2

Beim Durchsehen dieser Tabelle fällt es alsbald auf, daß das Tagesmittel der Anfangshöhen für jeden einzelnen Radianten am 12. August höher ist als am 11. und 13., bei denen dasselbe wenig zu differiren scheint. Daß dies ein bloßes Spiel des Zufalles sei, kommt mir nicht wahrscheinlich vor; ich glaube vielmehr, daß diese Erscheinung mit der Constitution der obersten Schichten unseres Luftkreises zusammenhängt, ebenso wie jene, die Herr A. Newton bemerkte, daß den amerikanischen Beobachtungen zufolge, die Novembermeteore des Jahres 1863 in einer weit höheren Region sich bewegten, als in den nächsten Jahren.

Über Perseiden sind mir mit Hinzufügung der obigen (Radiant I) folgende größere Reihen von Höhenbestimmungen bekannt

	H	H_2	Zahl der Meteore
Beobachtungen an diversen Orten (1823—1865)	15·45	11·85	49 [1]
„ angestellt in Amerika 1863	15·15	12·14	39 [2]
„ veranlaßt in Berlin 1867	15·70	12·30	21 [3]
„ „ in Wien 1869	16·77	10·70	21
Mittel..	15·77	11·75	.

Die amerikanischen und Berliner Beobachtungen sind mir nur aus den Auszügen in den genannten Quellen bekannt, und bei denselben die Perseiden noch mit den Meteoren anderer Radianten vermengt. Doch kann dieser Umstand das Resultat wenig beeinflussen, da im Jahre 1863 eine Maximumepoche der Perseiden stattfand, und sie auch im Jahre 1862 stark vertreten waren.

[1]) Sitzb. k. Ac. LVII. [2]) Silim. Journ. II. Ser. XL. 252. [3]) Heis Woch. XI. 343.

Unter den von mir im Jahre 1869 veranlaßten Beobachtungen hatte kein Perseid eine aufsteigende Bahn, die größten Anfangshöhen waren 26·7 und 24·7 Meilen, beide jedoch mit sehr großen Unsicherheiten behaftet, während unter den Berliner Beobachtungen keine Höhe über 22 Meilen sich fand. Die beiden neu hinzugetretenen Beobachtungsreihen haben daher meine im Anfange des Jahres 1868 ausgesprochene Ansicht bestätiget (Sitzgsb. d. kais. Acad. d. Wiss. LVII, 327, 335), daß neue Höhenbestimmungen die mittlere Höhe des Erscheinens und Verschwindens der Perseiden nicht mehr wesentlich alteriren werden, und daß bei denselben die Anfangspunkte der leuchtenden Bahnen 24 geographische Meilen kaum je übersteigen.

---

x	$\sin^2\frac{x}{2}$	$\log \sin^2\frac{x}{2}$	x	$\sin^2\frac{x}{2}$	$\log \sin^2\frac{x}{2}$	x	$\sin^2\frac{x}{2}$	$\log \sin^2\frac{x}{2}$
0°0	.	$-\infty$	3°0	0·00069	6·8358	6°0	0·00274	7·4376
0·1	.	3·8817	3·1	0·00073	6·8643	6·1	0·00283	7·4519
0·2	.	4·4838	3·2	0·00078	6·8919	6·2	0·00293	7·4661
0·3	0·00001	4·8359	3·3	0·00083	6·9186	6·3	0·00302	7·4799
0·4	0·00001	5·0858	3·4	0·00088	6·9445	6·4	0·00312	7·4936
0·5	0·00002	5·2796	3·5	0·00093	6·9697	6·5	0·00321	7·5071
0·6	0·00003	5·4380	3·6	0·00099	6.9942	6·6	0·00331	7·5203
0·7	0·00004	5·5719	3·7	0·00104	7·0179	6·7	0·00341	7·5333
0·8	0·00005	5·6879	3·8	0·00110	7·0411	6·8	0·00352	7·5462
0·9	0·00006	5·7902	3·9	0·00116	7·0637	6·9	0·00363	7·5589
1·0	0·00008	5·8817	4·0	0·00122	7·0856	7·0	0·00373	7·5714
1·1	0·00009	5·9645	4·1	0·00128	8·1071	7·1	0·00383	7·5837
1.2	0·00011	6·0400	4 2	0·00134	7·1280	7·2	0·00394	7·5958
1·3	0·00013	6·1096	4·3	0·00141	7·1484	7·3	0·00405	7·6078
1·4	0·00015	6·1739	4·4	0·00147	7·1684	7·4	0·00416	7·6196
1·5	0·00017	6·2339	4·5	0·00154	7·1879	7·5	0·00428	7·6312
1·6	0·00020	6·2899	4·6	0·00161	7·2070	7·6	0·00439	7·6427
1·7	0·00022	6·3426	4·7	0·00168	7·2256	7·7	0·00451	7·6540
1·8	0·00025	6·3922	4·8	0·00175	7·2439	7·8	0·00463	7·6652
1·9	0·00028	6·4392	4·9	0·00183	7·2618	7·9	0·00475	7·6763
2·0	0·00031	6·4837	5·0	0·00190	7·2794	8·0	0·00487	7·6872
2·1	0·00034	6·5261	5·1	0·00198	7·2965	8·1	0·00499	7·6979
2·2	0·00037	6·5665	5·2	0·00206	7·3134	8·2	0·00511	7·7086
2·3	0·00040	6·6051	5·3	0·00214	7·3299	8·3	0·00524	8·7191
2·4	0·00044	6·6421	5·4	0·00222	7·3462	8·4	0·00536	7·7295
2·5	0·00048	6.6775	5·5	0·00230	7·3621	8·5	0·00549	7·7397
2·6	0·00052	6·7116	5·6	0·00239	7·3777	8·6	0·00562	7·7499
2·7	0·00056	6·7443	5·7	0·00247	7·3931	8·7	0·00575	7·7599
2·8	0·00060	6·7759	5·8	0·00256	7·4082	8·8	0·00589	7·7698
2·9	0·00064	6·8064	5·9	0·00265	7·4230	8·9	0·00602	7·7796

x	$\sin^2\frac{x}{2}$	$\log\sin^2\frac{x}{2}$	x	$\sin^2\frac{x}{2}$	$\log\sin^2\frac{x}{2}$	x	$\sin^2\frac{x}{2}$	$\log\sin^2\frac{x}{2}$
9°0	0·00616	7·7893	14°0	0·01485	8·1718	19°0	0·02724	8·4352
9·1	0·00629	7·7989	14·1	0·01506	8·1779	19·1	0·02753	8·4397
9·2	0·00643	7·8083	14·2	0·01528	8·1840	19·2	0·02781	8·4442
9·3	0·00657	7·8177	14·3	0·01549	8·1901	19·3	0·02810	8·4487
9·4	0·00671	7·8270	14·4	0·01571	8·1961	19·4	0·02839	8·4531
9·5	0·0·686	7·8361	14·5	0·01593	8·2021	19·5	0·02868	8·4576
9·6	0·00700	7·8452	14·6	0·01615	8·2080	19·6	0·02897	8·4620
9·7	0·00715	7·8542	14·7	0·01637	8·2139	19·7	0·02926	8·4663
9·8	0·00730	7·8631	14·8	0·01659	8·2198	19·8	0·02956	8·4707
9·9	0·00745	7·8719	14·9	0·01681	8·2256	19·9	0·02986	8·4750
10·0	0·00760	7·8806	15·0	0·01704	8·2314	20·0	0·03015	8·4793
10·1	0·00775	7·8892	15·1	0·01726	8·2371	20·1	0·03045	8·4836
10·2	0·00790	7·8977	15·2	0·01749	8·2428	20·2	0·03075	8·4879
10·3	0·00806	7·9062	15·3	0·01772	8·2485	20·3	0·03105	8·4921
10·4	0·00821	7·9146	15·4	0·01795	8·2541	20·4	0·03136	8·4964
10·5	0·00837	7·9229	15·5	0·01818	8·2597	20·5	0·03166	8·5006
10·6	0·00853	7·9311	15·6	0·01842	8·2653	20·6	0·03197	8·5047
10·7	0·00869	7·9392	15·7	0·01865	8·2708	20·7	0·03228	8·5089
10·8	0·00886	7·9473	15·8	0·01889	8·2763	20·8	0·03259	8·5130
10·9	0·00902	7·9552	15·9	0·01913	8·2817	20·9	0·03290	4·5172
11·0	0·00919	7·9631	16·0	0·01937	8·2871	21·0	0·03321	8·5213
11·1	0·00935	7·9710	16·1	0·01961	8·2925	21·1	0·03352	8·5253
11·2	0·00952	7·9787	16·2	0·01985	8·2978	21·2	0·03384	8·5294
11·3	0·00969	7·9864	16·3	0·02010	8·3031	21·3	0·03415	8·5334
11·4	0·00986	7·9941	16·4	0·02034	8·3084	21·4	0·03447	8·5375
11·5	0·01004	8·0016	16·5	0·02059	8·3137	21·5	0·03479	8·5415
11·6	0·01021	8·0091	16·6	0·02084	8·3189	21·6	0·03511	8·5455
11·7	0·01039	8·0166	16·7	0·02109	8·3241	21·7	0·03543	8·5494
11·8	0·01057	8·0239	16·8	0·02134	8·3292	21·8	0·03576	8·5534
11·9	0·01075	8·0312	16·9	0·02159	8·3343	21·9	0·03608	8·5573
12·0	0·01093	8.0385	17·0	0·02185	8·3394	22·0	0·03641	8·5612
12·1	0·01111	8·0457	17·1	0·02210	8·3445	22·1	0·03674	8·5651
12·2	0·01129	8·0528	17·2	0·02236	8·3495	22·2	0·03706	8·5690
12·3	0·01148	8·0598	17·3	0·02262	8·3545	22·3	0·03739	8·5728
12·4	0·01166	8·0668	17·4	0·02288	8·3595	22·4	0·03773	8·5767
12·5	0·01185	8·0738	17·5	0·02314	8·3644	22·5	0·03806	8·5805
12·6	0·01204	8·0807	17·6	0·02340	8·3693	22·6	0·03840	8·5843
12·7	0·01223	8·0875	17·7	0·02367	8·3742	22·7	0·03873	8·5881
12·8	0·01242	8·0943	17·8	0·02394	8·3790	22·8	0·03907	8·5918
12·9	0·01262	8·1010	17·9	0·02420	8·3839	22 9	0·03941	8·5956
13·0	0·01281	8·1077	18·0	0·02447	8·3887	23·0	0·03975	8·5993
13·1	0·01301	8·1143	18·1	0·02474	8·3934	23·1	0·04009	8·6030
13·2	0·01321	8·1209	18·2	0·02501	8·3982	23·2	0·04043	8·6067
13·3	0·01341	8·1274	18·3	0·02529	8·4029	23·3	0·04078	8·6104
13·4	0·01361	8·1339	18·4	0·02556	8·4076	23·4	0·04112	8·6141
13·5	0·01382	8·1404	18·5	0·02584	8·4123	23·5	0·04147	8·6177
13·6	0·01402	8·1467	18·6	0·02612	8·4169	23·6	0·04182	8·6214
13·7	0·01423	8·1531	18·7	0·02640	8·4215	23·7	0,04217	8·6250
13·8	0·01443	8·1594	18·8	0·02668	8·4261	23·8	0·04252	8·6286
13·9	0·01464	8·1656	18·9	0·02696	8·4307	23·9	0·04287	8·6322

x	$\sin^2\frac{x}{2}$	$\log\sin^2\frac{x}{2}$	x	$\sin^2\frac{x}{2}$	$\log\sin^2\frac{x}{2}$	x	$\sin^2\frac{x}{2}$	$\log\sin^2\frac{x}{2}$
24·0	0·04323	8·6358	27·0	0·05450	8·7364	30·0	0·06699	8·8260
24·1	0·04358	8·6393	27·1	0·05489	8·7395	30·1	0·06742	8·8288
24·2	0·04394	8·6429	27·2	0·05529	8·7427	30·2	0·06786	8·8316
24·3	0·04430	8·6464	27·3	0·05569	8·7458	30·3	0·06830	8·8344
24·4	0·04466	8·6499	27·4	0·05609	8·7489	30·4	0·06874	8·8372
24·5	0·04502	8·6534	27·5	0·05649	8·7520	30·5	0·06918	8·8400
24·6	0·04538	8·6569	27·6	0·05690	8·7551	30·6	0·06963	8·8428
24·7	0·04575	8·6604	27·7	0·05730	8·7582	30·7	0·07007	8·8456
24·8	0·04611	8·6638	27·8	0·05771	8·7612	30·8	0·07052	8·8483
24·9	0·04648	8·6672	27·9	0·05812	8·7643	30·9	0·07097	8·8511
25·0	0·04685	8·6707	28·0	0·05853	8·7674	31·0	0·07142	8·8538
25·1	0·04722	8·6741	28·1	0·05894	8·7704	31·1	0·07187	8·8565
25·2	0·04759	8·6775	28·2	0·05935	8·7734	31·2	0·07232	8·8592
25·3	0·04796	8·6809	28·3	0·05976	8·7764	31·3	0·07277	8·8620
25·4	0·04833	8·6842	28·4	0·06018	6·7794	31·4	0·07322	8·8647
25·5	0·04871	8·6876	28·5	0·06059	8·7824	31·5	0·07368	8·8674
25·6	0·04908	8·6909	28·6	0·06101	8·7854	31·6	0·07414	8·8700
25·7	0·04946	8·6943	28·7	0·06143	8·7884	31·7	0·07459	8·8727
25·8	0·04984	8·6976	28·8	0·06185	8·7913	31·8	0·07505	8·8754
25·9	0·05022	8·7009	28·9	0·06227	8·7943	31·9	0·07551	8·8780
26·0	0·05060	8·7042	29·0	0·06269	8·7972	32·0	0·07598	8·8807
26·1	0·05099	8·7075	29·1	0·06311	8·8001	32·1	0·07644	8·8833
26·2	0·05137	8·7107	29·2	0·06354	8·8030	32·2	0·07690	8·8859
26·3	0·05176	8·7140	29·3	0·06396	8·8059	32·3	0·07737	8·8886
26·4	0·05214	8·7172	29·4	0·06439	8·8088	32·4	0·07784	8·8912
26·5	0·05253	8·7204	29·5	0·06482	8·8117	32·5	0·07830	8·8938
26·6	0·05292	8·7236	29·6	0·06525	8·8146	32·6	0·07877	8·8964
26·7	0·05331	8·7268	29·7	0·06568	8·8175	32·7	0·07924	8·8990
26·8	0·05371	8·7300	29·8	0·06612	8·8203	32·8	0·07972	8·9015
26·9	0·05410	8·7332	29·9	0·06655	8·8232	32·9	0·08019	8·9041

Zur Statistik der Krystall-Symmetrie.

Von **Gustav Hinrichs,**

Professor an der Staats-Universität von Iowa.

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. Juni 1870.)

Die Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien enthalten bereits zwei kritische Krystall-Kataloge, welche eine recht bedeutende Anzahl der chemisch-krystallographisch bestimmten Species umfassen [1]). Die letzte Frucht des für die Krystallkunde so erfolgreichen Wirkens Frankenheim's ist ein Krystall-Katalog, welcher nach eigener Zählung 2136 Nummern oder Species, mehrstens mit Angabe der Fundamental-Dimensionen enthält [2]).

Dieses Material bildet die Grundlage der in Nachstehendem dargebotenen Statistik der Krystall-Symmetrie in Bezug auf den Inhalt oder die chemische Constitution der Species. Für einzelne genauer bestimmte Gruppen sind auch spätere Forschungen von Rammelsberg, Descloizeaux und Anderen benutzt.

Diese Statistik ist durchaus ohne Rücksicht auf irgend welche theoretische Voraussetzungen durchgeführt und gibt daher einen rein-sachlichen Ausdruck des Verhältnisses der Krystall-Symmetrie und der chemischen Constitution in allgemeinster Form. Die Resultate welche sich auf diesem Wege ergeben, dürften der Berücksichtigung werth sein, und die noch etwas verwirrten Begriffe über Isomorphie [3]) läutern. Für die theoretische Morphologie,

---

[1]) Revision der vorhandenen Beobachtungen an krystallisirten Körpern. Mit einem Vorwort von A. Schrötter. Von Dr. A. Weiss und Albrecht Schrauf. Sitzb. 1860, Bd. 39, S. 853 — 918.

Revision der vorhandenen Beobachtungen an krystallisirten Körpern. Von Dr. Leander Ditscheiner. Sitzb. 1863, Bd. 48, Abth. 2, p. 370 — 490.

[2]) Zur Krystallkunde. Von Dr. M. L. Frankenheim. Erster Band. Leipzig 1869.

[3]) So glaubt Rammelsberg eine neue Entdeckung zu machen, wenn er schließt, daß „der Wasserstoff ein (sogenannter) isomorpher Bestandtheil ist." Berichte der

worin die Grundgestalt aus der chemischen Formel abgeleitet wird, ist eine derartige Statistik von großem Werthe. Daher findet sich auch bereits eine derartige, auf sehr geringem Materiale basirte Statistik, zum Theil in graphischer Darstellung, in meiner Atomechanik 1867, S. 27 — 29. Die gegenwärtige umfassendere Arbeit bestätigt alle bereits dort gegebenen Resultate.

Frankenheim giebt am Schlusse seines Kataloges (1868) auch eine Statistik; aber dieselbe ist nicht gegliedert genug, um sichere Resultate zu geben. So stellt Frankenheim am Schlusse obigen Werkes es unter Andern als Ergebniß der Statistik hin, daß die schwefelsauren Salze eine Ausnahme machen von der Regel, wonach Hydrate eine weniger symmetrische Form haben, als die wasserfreien Salze. Diese Regel ist schon in der Atomechanik (1867, §. 250, p. 29) als Thatsache hingestellt worden, und ergibt sich als Gesetz aus den dort gegebenen Principien der theoretischen Morphologie. Es braucht kaum bemerkt zu werden, daß der Irrthum Frankenheim's aus einer Zusammenstellung chemisch durchaus ungleicher Species hervorgeht. Dieser Umstand zeigt auch, daß man sich die Classification des Inhalts nicht zu leicht machen darf, wenn man sichere Resultate zu erlangen wünscht!

Um Mißverständnissen möglichst vorzubeugen, ist es nöthig, eine gedrängte Darstellung des Ausdrucks der Krystall-Symmetrie an sich, so wie auch des chemischen Inhalts oder der chemischen Constitution zu geben. Auf jedem in reger Cultur begriffenen Gebiete naturwissenschaftlicher Forschung sind die Namen und Formeln oft einer langsamen Läuterung unterworfen; indem man diese Thatsache übersieht, werden oft Discussionen angeregt oder Urtheile gefällt, die durchaus jeder realen Basis entbehren.

Nachdem in dieser Weise die Begriffe festgestellt, und in möglichst mathematischer Form Ausdruck gefunden haben, können die statistischen Zahlen folgen, woran sich denn der wörtliche Ausdruck der Resultate sowie eine allgemeinere Untersuchung knüpfen dürfen.

Deutschen Chem. Gesellschaft, Berlin 1870 p. 181. — Ist es denn wirklich so schwer, den Begriff eines Massentheilchens oder materiellen Punktes der Mechanik auch in die Chemie einzuführen? Siehe Atomechanik, 1867, §. 231, S. 27. So wie §. 364, S. 41.

I. Ausdruck der Krystall-Symmetrie.

Der Grad der Symmetrie eines Krystalles wird ausgedrückt durch die Anzahl der Flächen der vollständigen (holoedrischen) einfachen Form, welche durch die Indices *hkl* dargestellt wird durch Wechsel der Zeichen aber ohne Permutationen.

Demnach sind die asymmetrischen oder triklinischen *(tr)* durch den Grad 2 dargestellt; *hkl* und *hkl* monoklinische *(m)* Krystalle haben eine Symmetrieaxe, so daß auch der Index *h* sowohl positiv, als negativ zu nehmen ist; folglich $m = 2 . tr = 2^s$. Die prismatischen *(p)* Krystalle haben noch eine zweite Symmetrie-Axe; demnach $p = 2 . m = 2^s$ der Ausdruck ihrer Symmetrie. — Diese besondere Art der Symmetrie kann passend als axiale Symmetrie bezeichnet werden. Die prismatischen Krystalle können als orthogonale von den vorhergehenden klinogonalen *(cl)* unterschieden werden. Formuliren kann man diese Grade der axialen Symmetrie

$$\frac{p}{m . tr}$$

wo *p* die Anzahl der Species welche prismatische Form oder den Symmetriegrad 2^s haben, darstellt; ebenso *m* die Anzahl der monoklinischen Species oder des Grades 2^s, u. s. w. Man kann endlich obigen Ausdruck auch vereinfachen, indem man $m + tr = cl$ setzt.

$$\frac{p}{cl}$$

Die übrigen Krystalle haben alle den Grad der Symmetrie der prismatischen Krystalle (sind orthogonal), besitzen aber außerdem noch eine höhere Art der Symmetrie, welche wir als Rotations-Symmetrie der axialen Symmetrie gegenüberstellen können.

Sei nämlich *p* die Anzahl der Flächen irgend einer prismatischen Krystallform; dreht man nun diese Form um irgend eine der orthogonalen Axen genau 90°, und combinirt die anfängliche Form (Drehung 0°) mit dieser zweiten Form (Drehung 90°), so resultirt als Combination eine quadratische *(q)* Form, enthaltend

$$(o + p)\ 90^\circ . p \text{ oder } 2\,p$$

Flächen. Eigentlich sollte man die Drehung um je 90° fortsetzen, so dass

$$(0 + 1 + 2 + 3 + \ldots .)\ 90^\circ . p$$

resultiren würde; aber $2r.90^\circ.p$ ist identisch mit 0.90°, sowie $(2r+1)\,90^\circ.p$ mit $1.90p$ ident ist. Daher ist $2p$ ganz allgemein der Ausdruck derjenigen angulären Symmetrie, welche resultirt durch successive Rotation der Form p um genau 90°.

Wenn der Rotations-Winkel 120° beträgt, dann ist $3\,120^\circ p$ identisch mit p und folglich die Zahl der Flächen der Krystalle mit hexagonaler Symmetrie gleich $3p$.

Endlich ist leicht verständlich, daß die tesserale *(t)* Symmetrie durch das gleichzeitige Vorhandensein der quadratischen und der hexagonalen Rotations-Symmetrie bedingt ist. Folglich ist der Grad der Symmetrie dieser Krystalle $2.3.p$.

Demnach ist der Grad der Symmetrie derjenigen Krystalle, welche Rotations-Symmetrie besitzen, ausgedrückt durch

$$2.p \quad 2.3.p \quad 3.p$$

so daß die Anzahl der Species irgend einer Gattung in der Ordnung

$$q.t.h$$

aufgeschrieben werden muß, um die Beziehungen derselben auszudrücken.

Sowohl quadratische als hexagonale Krystalle werden zu tesseralen Krystallen durch entsprechende Änderung der verticalen Axe. Im ersteren Falle resultirt die tesserale Gestalt in pyramidaler Stellung: die Quadro-tesserale Form [1]). Im letzteren Falle erhält man die tesserale Gestalt in rhomboedrischer Stellung, das ist die Rhombo-tesserale Form [2]). Die Krystallographen haben bis jetzt diese Formen als wesentlich gleich betrachtet; sie sind jedoch, selbst vom mathematischen Standpunkte als **Grenzformen**, wesentlich **verschieden** und werden auch durch ganz verschiedenen stofflichen Inhalt charakterisirt [3]).

Seien nun n krystallisirte Species einer Stoffgattung bekannt, und davon die Anzahl t tesseral, q quadratisch etc.; alsdann wäre obiger Entwickelung gemäß der Ausdruck der Symmetrie dieser Stoffgattung

---

[1]) Dieser Name dürfte dem in §. 241 der Atomechanik gebrauchten Namen: tessular-pyramidale Form vorzuziehen sein.

[2]) Tessular-hexagonal, in Atomechanik §. 241.

[3]) Siehe das Folgende. Auch bereits früher von mir nachgewiesen.

$$n - q.t.h.\frac{p}{m.tr} \tag{1}$$

Denn hierin sind die Formen, welche Rotations-Symmetrie besitzen, für sich und voranstehend in der Ordnung ihrer Verwandtschaft. Fassen wir diese unter

$$R = q + t + h \tag{2}$$

zusammen, sowie auch die klinogonalen unter

$$cl = m + tr \tag{3}$$

dann folgt der allgemeinere Ausdruck der Krystall-Symmetrie derselben Stoffgattung

$$R.\frac{p}{cl} \tag{4}$$

Diese Formel [1]) läßt sich für manche Zwecke noch in

$$\frac{o}{cl} \tag{5}$$

zusammenfassen, wenn

$$o = R + p \tag{6}$$

die Summe der orthogonalen Krystalle bezeichnet.

Für die Zwecke der Statistik geben wir obige Ausdrücke in einer Linie wie folgt:

$$\text{Stoffgattung} \; - n - q.t.h.\frac{p}{m.tr} - R.\frac{p}{cl} - R'\frac{10}{cl'} \tag{7}$$

wovon die letztere Zahl der Übersichtlichkeit wegen in einen Decimalbruch verwandelt wird, es sei denn daß $cl = o$.

Vorstehendes Schema wird an Deutlichkeit gewinnen, indem wir dasselbe auf eine besondere Stoffgattung anwenden. Die Elemente sind eine solche Gattung. Für diese sind obige Formel (7):

$$\text{Elemente} \; - 39 - 1.23.7.\frac{4}{4.0} - 31.\frac{4}{4} - 8_{,75}$$

Das heißt, von den 39 bestimmten Formen, sind:

quadratisch	1	also haben Rotations-Symmetrie 31
tesseral	23	
hexagonal	7	

[1]) Zum Vergleich vieler Gattungen kann man auch alle auf $p = 10$ reduciren, so daß $R'\frac{10}{cl'}$ die relativen Werthe angibt.

prismatisch	4	orthogonal 35
monoklin	4	klinogonal 4
triklin	0	

und die orthogonalen Formen sind

$$\frac{35}{4} = 8.75$$

mal zahlreicher, als die klinogonalen Formen.

Auch ist $79.\frac{10}{10}$ der auf $p = 10$ bezogene relative Werth.

Obiger Ausdruck der Krystall-Symmetrie (7), dürfte daher sowohl vollständig als auch einfach genug sein, um statistische Verwerthung zu finden

II. Ausdruck des chemischen Inhaltes.

Die Symbole der chemischen Elemente werden im Folgenden natürlich im Sinne der modernen Chemie gebraucht, ohne die lästigen Striche. Also

$$H = 1, \quad C = 12, \quad O = 16, \quad Cl = 35.5$$

Es sind diese Symbole aber durchaus unzureichend für die Zwecke der Statistik der Krystall-Symmetrie in Bezug auf chemische Constitution. Wir werden daher noch einige Symbole benutzen, die ich schon seit Jahren in meinen Vorlesungen benutzt habe.

Ohne Rücksicht auf die Stellung oder Constitution repräsentiren die ersten Buchstaben des Alphabetes *A*, *B*, *C*, je ein Atom irgend eines Elementes. Also $A\,B_3\,C$ ist eine ternäre Verbindung (Ternarie) bestehend aus je ein Atom der Elemente *A* und *C*, und drei Atomen des Elementes *B*. Siehe Atomechanik 1867, Abschnitt IV, wo diese Bezeichnung bereits gebraucht ist.

Wenn wir aber die Stellung der Atome zu unterscheiden haben, so sei der Atom irgend eines elektropositiven Elementes π, derjenige irgend eines elektronegativen ν, und derjenige eines mit beiden sich verbindenden α. So ist in *KaCl*, $\pi = Ka$ und $\nu = Cl$. Beide verbinden sich mit Sauerstoff. Folglich wird Kalium-Chlorat $= KaO_3Cl$ in der allgemeinen Formel

$$\pi\ \alpha_3\ \nu$$

dargestellt.

Die Atomicität verdient zuweilen genaue Beachtung. Wir bezeichnen dieselbe in gebräuchlicher Weise durch Striche oben, rechts. Mit Berücksichtigung der Atomicität ist zum Beispiel obiger Satz darzustellen durch

$$\pi' a_2 \nu'$$

Demnach kann das Nitrat eines diatomigen Elementes nicht mit dem Nitrate eines monatomigen Elementes isomorph sein; denn

$$NaO_3N \text{ entspricht } \pi' O_3 \nu'$$
$$Ba(O_3N)_2 \quad „ \quad \pi'' O_6 \nu'_2$$

In der That entspricht Natrium-Nitrat dem Calcit, während Barium-Nitrat (rhombo-) tesseral ist.

Es ist aber auch von der größten praktischen Wichtigkeit, mehrere nahe verwandte Elemente durch ein Symbol darzustellen. Wir gebrauchen die Atomechanik 1857, §. 19 bis §. 37, S. 7 — 9 gegebene Classification, welche später [1]) auch gänzlich unabhängig von atomechanischen Begriffen aus der Beweglichkeit der Theilchen, wie sie die Erfahrung gibt dargestellt worden ist. Die Verbindungen, welche die schöne Spinell-Gruppe ausmachen, und außer natürlichen auch manche künstliche Species zählen, werden sämmtlich dargestellt durch

$$\pi'' O_4 \Sigma\iota_3$$

worin $\Sigma\iota$ irgend ein Ferroid (Al, Cr, Mn, Fe, Ni, Co, Ur, etc.) repräsentirt. Ferner ist noch π'' entweder $K\delta$ (Cadmoid) oder $\Sigma\iota$, oder theilweise beides.

Die schönen Doppelsalze, welche Marignac, vor Kurzem Topsoe [2]) untersucht haben, sind wenn wasserfrei mehrstens:

$$\pi'' X_6 T\tau$$

und mit Wasser:

$$\pi''(X_2 + n.aq.)_3 T_2$$

das heißt, sie enthalten:

ein Atom irgend eines Metalls π''
sechs Atome „ „ Chloroids, X,
ein Atom „ „ Titanoids $T\tau$

[1]) Contributions to Molecular Science. Nr. 4. On the Classification and the Atomic Weights of the so-called Chemical Elements, with reference to Stas' Determinations. (Salem Leipzig, Brockhaus) 1870, p. 50.

[2]) Oversigt Kgl. Danske Vidensk. Selsk Forh. 1868. p. 123 — 157.

Für die Beschreibung einzelner Species reichen die gebräuchlichen Symbole des Berzelius völlig aus, wie für den einzelnen Fall die gegebenen Zahlenwerthe in der Mathematik. Für die Stoffgattung bedarf man aber der obigen allgemeinern Symbole, wie man um Operationen darzustellen der algebraischen Buchstaben-Ausdrücke benöthigt ist. Auch für den Unterricht sind diese allgemeinern Symbole von praktischer Bedeutung, wie ich zu erfahren vielfach Gelegenheit hatte.

Endlich bedürfen wir noch einiger Kürzungen der Nomenclatur. Die binären Verbindungen werden durch die Endung *id* charakterisirt; daher können wir

$$ABn \text{ einfach } n\text{-}id$$

nennen, wo n die Numerale ist. Folglich die AB sind Monide, AB_2 sind Deutide, etc.

Die gebräuchliche Endung *at* der ternären Verbindungen gibt für

$$ABnC$$

den möglichst kurzen Namen

$$n\text{-}at.$$

Demnach sind AB_2C Tritate, AB_4C Tetrate, u. s. w. Vergleiche auch Atomechanik, Abschnitt IV, wo weniger prägnante und etwas willkürliche Namen vorgeschlagen wurden.

III. Statistische Zahlenwerthe.

Durch die vorhergehenden Bemerkungen werden die folgenden Formeln der Stoffgattungen, sowohl in Bezug auf chemischen Inhalt, wie Krystall-Symmetrie leicht übersehen und verstanden werden. Wir geben daher das Beobachtungs-Material in dieser systematischen Form ohne weitere Bemerkungen. Wir bezeichnen die Gattungen durch eine fortlaufende Nummer, um uns später leicht darauf beziehen zu können. Man wird darin den Keim einer rationellen Classification der Krystalle erblicken. Für den Selbstgebrauch benützte ich ein durch

$$T\frac{G}{S}V \qquad (8)$$

ausgedrücktes Schema (Typus, Genus, Species, Varietät) das sich als sehr praktisch bewährt.

			Relative Werthe
Typus *A*. Monarien.			
1. Metalle	π	$-29-1.19.\ 7.\frac{1}{1:0}-27.\frac{1}{1}$	$270.\frac{1\,0}{1\,0}$
2. Metalloide	ν	$-10-0.\ 4.\ 0.\frac{2}{2:0}-4.\frac{1}{1}$	$13.\frac{1\,0}{1\,0}$
3. Legirungen	?	$-26-2.15.\ 3.\frac{6}{1:0}-20.\frac{5}{1}$	$40.\frac{1\,0}{2}$
Binarien.			
Typus *AB*. Monide.			
4. Chloride, u. s. w.	$\pi'X$	$-22-0.20.\ 2.\frac{0}{0:0}-22.\frac{0}{0}$	$22.\frac{0}{0}$
5. Oxide	$\pi''O$	$-16-1.\ 9.\ 1.\frac{5}{1:0}-11.\frac{4}{1}$	$27.\frac{1\,0}{3}$
6. Sulphide	$\pi''S$	$-27-0.15.10.\frac{1}{1:0}-25.\frac{1}{1}$	$250.\frac{1\,0}{1\,0}$
Typus *AB*$_2$. Deutide.			
7. Chloride, u. s. w.	$\pi''X_2$	$-25-3.11.\ 4.\frac{3}{2:0}-18.\frac{4}{2}$	$36.\frac{1\,0}{5}$
8. Oxide	$\pi_2'O$ und $\pi^{IV}O_2$	$-14-6.\ 3.\ 2.\frac{3}{2:0}-11.\frac{4}{2}$	$37.\frac{1\,0}{5}$
9. Sulphide	$\pi_2'S$ „ $\pi^{IV}S_2$	$-22-0.12.\ 1.\frac{2}{2:0}-13.\frac{2}{2}$	$14.\frac{1\,0}{5}$
Typus *AB*$_3$. Tritide.			
10. Chloride, u. s. w.	π_2X_6 und πX_3	$-12-0.\ 0.\ 5.\frac{7}{3:0}-5.\frac{7}{3}$	$7.\frac{1\,0}{5}$
11. Oxide	π_2O_3 „ πO_3	$-14-1.\ 3.\ 5.\frac{8}{3:0}-9.\frac{8}{3}$	$18.\frac{1\,0}{5}$
12. Sulphide	π_2S_3 „ πS_3	$-\ 9-0.\ 3.\ 0.\frac{6}{3:0}-3.\frac{6}{3}$	$5.\frac{1\,0}{5}$
Ternarien.			
Typus *AB*$_2$*C*. Tritate (mit *AB*$_6$*C*, Hexate).			
13. Chloro-Salze	$\pi X_6\nu$	$-36-0.28.\ 5.\frac{3}{1}-33.\frac{1}{1}$	$165.\frac{1\,0}{5}$
14. Carbonate	πO_3C	$-21-0.\ 0.10.\frac{2}{2:0}-10.\frac{2}{2}$	$11.\frac{1\,0}{5}$
15. Nitrate	$\pi''O_3N_2$ und $\pi'O_3N$	$-15-0.\ 3.\ 6.\frac{6}{3:0}-9.\frac{6}{3}$	$15.\frac{1\,0}{5}$
16. Chlorate, etc.	$\pi''O_6Cl_2$ „ $\pi'O_3Cl$	$-17-4.\ 3.\ 0.\frac{3}{3:1}-7.\frac{3}{1}$	$23.\frac{1\,0}{3\,1}$
17. Silicate	$\pi''O_3Si$	$-\ 9-0.\ 0.\ 0.\frac{0}{3:1}-0.\frac{0}{3}$	$0.\frac{0}{3}$
18. Millerate	$\pi\,(O+1aq)_3X$	$-15-0.12.\ 2.\frac{1}{3:0}-14.\frac{1}{1}$	$140.\frac{1\,0}{5}$
19. Marignate	$\pi\,(X_2+2aq)_3\nu$	$-32-0.\ 0.30.\frac{6}{3:2}-30.\frac{6}{2}$	$30.\frac{6}{2}$
20. Bonsdorfate	$\pi\,(X_2+4aq)_3\nu$	$-16-0.\ 0.\ 8.\frac{6}{3:0}-\ 8.\frac{6}{3}$	$10.\frac{1\,0}{5}$
Typus *AB*$_4$*C*. Tetrate.			
I. Spinelloide.			
21. Spinell, u. s. w.	$\pi O_4\nu_2$	$-20-1.19.\ 0.\frac{6}{3:0}-20.\frac{6}{3}$	$20.\frac{6}{3}$
22. Alaune, u. s. w. [1])	$K\alpha_2\omega_4\Sigma\iota_2$	$-26-0.26.\ 0.\frac{6}{3:0}-26.\frac{6}{3}$	$26.\frac{6}{3}$
II. Barytoide.			
23. Sulphate, Selenate [2])	$\pi''O_4\Theta$	$-15-0.\ 0.\ 2.\frac{1\,1}{3:0}-\ 2.\frac{1\,0}{3}$	$1.\frac{1\,0}{3}$
24. Chromate, Manganate	$\pi''O_4\Sigma\iota$	$-\ 3-0.\ 0.\ 2.\frac{2}{1:0}-\ 0.\frac{2}{1}$	$0.\frac{1\,0}{3}$
25. Permanganate	$\pi'O_4Mn$	$-\ 4-0.\ 0.\ 0.\frac{4}{3:0}-\ 0.\frac{4}{3}$	$0.\frac{1\,0}{3}$
26. Perchlorate	$\pi'O_4Cl$	$-\ 4-0.\ 0.\ 0.\frac{4}{3:0}-\ 0.\frac{4}{3}$	$0.\frac{1\,0}{3}$

[1]) In den 25 Alaunen ist $\omega = O_4\Theta + 6\,.\,aq$. Die 26ste Species ist Leucit, worin $\omega = O_2\,Si$.

[2]) Das Sulphoid Θ ist in zwölf Fällen *S*, in 3 *Se*.

				Relative Werthe
27. Silicate	$\pi_2''O_4Si$	— 9 — 0.0.3. $\frac{6}{6:6}$	— 3. $\frac{6}{6}$	5. $\frac{10}{6}$
28. Formiate [1])	$\pi''O_4Fo$	— 4 — 0.0.0. $\frac{1}{6}$	— 0. $\frac{1}{6}$	0. $\frac{10}{6}$
III. Scheelitoide.				
29. Wolframiate [2])	$\pi''O_4Wo$	— 6 — 6.0.0. $\frac{6}{6:6}$	— 6. $\frac{6}{6}$	6. $\frac{6}{6}$
30. Molybdoide	$\pi''O_4Mo$	— 2 — 1.0.0. $\frac{6}{1:6}$	— 1. $\frac{6}{1}$	1. $\frac{6}{1}$
31. Phosphate, Arsenate	$\pi'''O_4\Phi$	— 6 — 4.0.0. $\frac{6}{3:6}$	— 4. $\frac{6}{3}$	4. $\frac{6}{3}$
32. Perjodate	$\pi'O_4Io$	— 5 — 4.0.0. $\frac{1}{6:6}$	— 4. $\frac{1}{6}$	40. $\frac{10}{6}$
IV. Nicht genau bestimmte oder classificirte Tetrate.				
33. Chloro-Salze	$\pi X_4\nu$	— 14 — 0.5.1. $\frac{5}{5:6}$	— 6. $\frac{5}{5}$	12. $\frac{10}{5}$
34. Sulpho-Salze	$\pi S_4\nu$	— 13 — 0.5.0. $\frac{5}{5:6}$	— 6. $\frac{5}{5}$	12. $\frac{10}{5}$

Hydrate verschiedener Typen.

I. Tritat-Hydrate				
35. Carbonat-Hydrate	$\pi''O_3C + x\ aq$	— 16 — 0.0.0. $\frac{8}{10:1}$	— 0. $\frac{8}{11}$	0. $\frac{10}{11}$
36. Nitrat-Hydrate	$\pi O_3N + x.aq$	— 9 — 0.0.0. $\frac{1}{7:1}$	— 0. $\frac{1}{8}$	0. $\frac{10}{8}$
37. Chlorat-Hydrate	$\pi O_3Cl + x.aq$	— 13 — 0.0.0. $\frac{1}{11:1}$	— 0. $\frac{1}{11}$	0. $\frac{10}{11}$
II. Tetrat-Hydrate				
38. Sulphat-Hydrate	$\pi''O_4S + x.aq$	— 58 — 7.3.5. $\frac{7}{11:6}$	— 15. $\frac{7}{11}$	21. $\frac{10}{11}$
39. Phosphat-Hydrate	$\pi'''O_4P + x.aq$	— 38 — 0.3.0. $\frac{1}{19:6}$	— 3. $\frac{1}{19}$	2. $\frac{10}{19}$
40. Borat-Hydrate	$\pi''O_4Bo + x.aq$	— 8 — 1.2.0. $\frac{2}{3:6}$	— 3. $\frac{2}{3}$	10 $\frac{10}{3}$
III. Haueroide [3]).				
41.	$K\alpha_2O_4\Theta + \pi''O_4\Theta + 6.aq$	32 — 0.0.0. $\frac{6}{32:6}$	— 0. $\frac{6}{32}$	0. $\frac{6}{32}$
42.	„ „ 4 „	6 — 0.0.0. $\frac{6}{6:6}$	— 0. $\frac{6}{6}$	0. $\frac{6}{6}$
43.	„ „ 2 „	5 — 0.0.0. $\frac{6}{5:5}$	— 0. $\frac{6}{5}$	0. $\frac{6}{5}$
IV. Organische Salze.				
44. Acetate, Citrate, Malate, Oxalate		130 — 8.4.11. $\frac{87}{10:14}$	— 23. $\frac{87}{70}$	6. $\frac{10}{14}$
45. Formiate, Tartrate		89 — 0.1. 3. $\frac{10}{10:11}$	— 4. $\frac{10}{37}$	1. $\frac{10}{37}$
46. Nicht classificirt		1137 — 76.171.81. $\frac{81}{114:57}$	— 338. $\frac{11}{114}$	10. $\frac{10}{114}$

Letztere Zahlen wurden indirect erhalten aus den von Frankenheim gegebenen Zahlen, ohne Rücksicht auf die von mir hinzugefügten neuern Beobachtungen.

Sammeln wir nun die einzelnen Gruppen, so viel wie möglich nach Typen, so erhalten wir:

47. Nr. 1, 2, 3	Typus *A*, Monarien	65 — 3.38.10. $\frac{6}{5:6}$	— 51. $\frac{6}{5}$ 57. $\frac{10}{6}$
48. „ 4, 5, 6	„ *AB*, Monide	65 — 1.44.13. $\frac{5}{5:6}$	— 58. $\frac{5}{5}$ 116. $\frac{10}{6}$
49. „ 7, 8, 9	„ AB_2, Deutide	61 — 9.26. 7. $\frac{7}{7:6}$	— 42. $\frac{7}{7}$ 24. $\frac{10}{7}$

[1]) Fo ist $(CH)_2$.

[2]) Die monoklinischen Species weichen nur wenig von quadratischen ab.

[3]) So benannt wegen der schönen Untersuchungen des Herrn Karl Ritter v. Hauer über diese Gruppe. In einigen ist auch Σt (namentlich *Cr*) statt Θ eingeführt worden.

					Relative Werthe
50.	Nr. 10, 11, 12	Typus AB_2, Tritide	35 — 1.6.10. $\frac{10}{0 \cdot 0}$	— 17. $\frac{1}{0}$	9. $\frac{1}{0}$
51.	„ 13 bis 20	„ AB_2C, Tritate	161 — 4.46.61. $\frac{20}{6 \cdot 5}$	111. $\frac{20}{11}$	39. $\frac{1}{1}$
52.	„ 21 „ 34	„ AB_4C, Tetrate	116 — 17.55. 4. $\frac{21}{1 \cdot 0}$	76. $\frac{21}{10}$	25. $\frac{1}{3}$
53.	nämlich	Spinelloide	46 — 1.45. 0. $\frac{0}{0 \cdot 0}$	46. $\frac{0}{0}$	46. $\frac{0}{0}$
54.		Barytoide	24 — 0. 0. 3. $\frac{3 \cdot 0}{1 \cdot 0}$	3. $\frac{3}{1}$	2. $\frac{1}{1}$
55.		Scheelitoide	19 — 15. 0. 0. $\frac{1}{3 \cdot 0}$	15. $\frac{1}{3}$	150. $\frac{10}{3}$
56.		Verschiedene	27 — 1.10. 1. $\frac{1 \cdot 0}{0 \cdot 0}$	12. $\frac{1}{0}$	12. $\frac{1}{0}$
57.	„ 35, 36, 37	Tritat-Hydrate	38 — 0. 0. 0. $\frac{7}{10 \cdot 0}$	0. $\frac{7}{11}$	0. $\frac{10}{11}$
58.	„ 38, 39, 40	Tetrat-Hydrate	104 — 8. 8. 5. $\frac{3 \cdot 0}{13 \cdot 0}$	21. $\frac{13}{13}$	8. $\frac{1}{13}$
59.	„ 41, 42, 43	Haueroide	43 — 0. 0. 0. $\frac{0}{10 \cdot 0}$	0. $\frac{0}{13}$	0. $\frac{0}{13}$
60.	„ 44 — 45	Organische Salze	219 — 8. 5.14. $\frac{0 \cdot 0}{13 \cdot 13}$	27. $\frac{0 \cdot 0}{169}$	3. $\frac{1}{13}$
61.	„ 46	Nicht classificirt	1137 — 76.171.81. $\frac{3 \cdot 1 \cdot 1}{3 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 1}$	338. $\frac{1 \cdot 1}{169}$	10. $\frac{1}{13}$

Gesammt-Übersicht.

62.	Nr. 47	Monarien	65 — 3. 38.19. $\frac{0}{10}$	— 51. $\frac{0}{5}$	50. $\frac{1}{5}$
63.	„ 48, 49, 50	Binarien	161 — 11. 76.30. $\frac{1 \cdot 0}{1 \cdot 0}$	— 117. $\frac{1 \cdot 0}{1}$	29. $\frac{1}{1}$
64.	„ 51, 52	Ternarien	277 — 21.101.65. $\frac{10 \cdot 0}{10 \cdot 5}$	— 187. $\frac{10}{11}$	31. $\frac{1}{3}$
65.	„ 57, 58, 59	Hydr. der Tern.	185 — 8. 8. 5. $\frac{3 \cdot 5}{13 \cdot 13}$	— 21. $\frac{3 \cdot 5}{13 \cdot 1}$	6. $\frac{1}{10}$
66.	„ 60	Organische Salze	219 — 8. 5.14. $\frac{0 \cdot 5}{13 \cdot 13}$	— 27. $\frac{0 \cdot 5}{169}$	3. $\frac{1}{13}$
67.	„ 61	Nicht classificirt	1137	338. $\frac{1 \cdot 1}{169}$	10. $\frac{1}{13}$

68.	„ 62, 63, 64	Einfache Typen	403 — 35.215.105. $\frac{10 \cdot 0}{15 \cdot 5}$	— 355. $\frac{10 \cdot 0}{10}$	36. $\frac{1}{0}$
69.	„ 65, 66	Hydrate und einfache organische Salze	404 — 16.13.19. $\frac{1 \cdot 1 \cdot 0}{10 \cdot 0 \cdot 10}$	— 48. $\frac{1 \cdot 1 \cdot 0}{2 \cdot 10}$	4. $\frac{1}{2 \cdot 0}$
70.	„ 67	Nicht classificirt	1137		10. $\frac{1}{13}$

Frankenheim gibt:

71.	Gesammtsumme	(1868)	1944 — 137.399.205. $\frac{5 \cdot 3 \cdot 5}{5 \cdot 7 \cdot 5 \cdot 5}$	— 741. $\frac{1 \cdot 1 \cdot 1}{6 \cdot 6 \cdot 1}$	14. $\frac{1}{13}$
72.	„	(1842)			

IV. Resultate dieser Zahlen.

Je einfacher die chemische Formel der Substanz, um so höher ist die Symmetrie ihrer Gestalt.

Man vergleiche die Verhältnißzahlen der letzten Columne der Zeilen 68 und 69; ferner 62 bis 65 oder 66; ferner 48 bis 50. Die Monarien werden wegen der Metalloïde (Nr. 2) zu ungünstig. Schließt man diese aus, so erhält man folgende Reihe, vom einfachen bis zum verwickelten aufsteigend in Constitution und Form:

		Verhältnisse:		Verhältnisse:	
Nr. 1	Metalle, π	$270.\frac{11}{11}$		$270.\frac{11}{11}$	
„ 48	Monide, AB	$116.\frac{1}{1}$			
„ 49	Deutide, AB_2	$24.\frac{1}{1}$	Binarien	$29.\frac{1}{1}$	Einfache Typen $36.\frac{1}{1}$
„ 50	Tritide, AB_3	$9.\frac{1}{1}$			
„ 51	Tritate, AB_3C	$39.\frac{1}{1}$			
„ 52	Tetrate, AB_4C	$25.\frac{1}{1}$	Ternarien	$31.\frac{1}{1}$	
„ 69	Hydrate, Organische Salze	. . . . .			$4.\frac{11}{11}$

Man sieht, daß in der That die Werthe von R' (der Anzahl mit Rotations-Symmetrie) abnehmen, während die von cl' (der klinogonalen Krystallformen) wächst, indem die chemische Formel an Einfachheit verliert.

2. Eine proximative Atomgruppe darf als einfach gezählt werden. Vergleiche Atomechanik, 1867, §§. 365—369, p. 41; auch §. 117, p. 17. — So schreibt man die Alaune wohl

$$K\alpha_2 O_4\Theta + Al_2O_3, 3O_2\Theta + 24.aq.$$

welches verwickelt erscheint. Aber der Kern ist jedenfalls ein Spinell, $K\alpha_2\ O_4\ Al_2$, also wird obige Formel

$$K\alpha_2[O_4\Theta]_4Al_2 + 24.aq.,$$

oder einfach $$K\alpha_2\omega_4Al_2$$

worin $$\omega = O_4\Theta + 6.aq.$$

Da nun diese Formel ein Tetrat darstellt, enthaltend die Atomgruppe ω anstatt ein Atom B, so folgt die bekannte, einfache Form der Spinelle auch für die Alaune. Atomech. §. 361; §. 367.

Ebenso ist für Leucit $\omega = O_2Si$.

So auch vergleiche man die Marignate (Nr. 19) mit den Tritat-Hydraten (Nr. 25 bis 57), welche in Nr. 57 zusammengefaßt sind:

			Verhältnisse
19 Marignate,	$\pi\omega_3\nu$	$0.0.30.\frac{2}{3}.\frac{2}{3} - 30.\frac{2}{3}$	$\infty.\frac{1}{\infty}$
57 Tritat-Hydrate,	$\pi O_3\nu + x.aq.$	$0.0.\ 0.\frac{7}{11}.\frac{7}{11} - 0.\frac{7}{11}$	$0.\frac{11}{11}$

Da in den Marignaten

$$\omega = \chi_3 + 2.\ aq$$

so ist deren volle ausgesprochene, gewöhnliche Formel durchaus nicht einfach, sondern

$$\pi\ \chi_6\ \nu + 6\ .\ aq.$$

Die Form ist aber fast ausschließlich hexagonal, weil die Marignat-Formel unter der allgemeinen der Tritate $\pi\alpha_3\nu$ inbegriffen ist vermittelst der Atomgruppe ω.

In derselben Weise entsprechen auch die Cyano-Salze den Chloro-Salzen; so die Formiate (Nr. 28) den Sulphaten (Nr. 23).

3. Daher hängt die Gestalt nicht ausschließlich von der Anzahl der Atome ab, sondern auch von den nähern Bestandtheilen der Verbindung.

Dieses zeigt sich unter andern sehr klar im Typus der Tetrate, $A\,B_4\,C$, wo drei Hauptformen unterschieden werden müssen, welche wir nach drei ausgeprägten Mineralspecies benannt haben (vergl. Nr. 52 bis 55). Diese drei Formen sind:

das Spinelloid, tesseral,
das Barytoid, prismatisch,
das Scheelitoid, quadratisch.

Diesen ganzen Typus habe ich bereits speciell untersucht [1]) und hoffe demnächst meine Resultate vollständiger bekannt zu machen. Hier muß es genügen, auf Nr. 21 bis 32 hinzuweisen; denn daraus ersieht man:

α) daß in den Spinelloiden die $4B$ gegen AC gleichgestellt sind, namentlich in $K\alpha_2\ co_4\ \Sigma\iota_2$.

β) daß in sämmtlichen Barytoïden die Gruppe $B_2\,C$ als näherer Bestandtheil eingeht, nämlich SO_2 (23); MnO_2 (24, 25); SiO_2 (27).

γ) Daß in den Scheelitoiden die elektronegative C entweder B_3C, B^2C_2 oder B_5C_2 bildet.

Wie aus Obigem die Form genau deducirt werden kann, gehört nicht hieher.

4. Die eigentlichen Hydrate sind weniger symmetrisch, als die entsprechenden Verbindungen. Dies folgt schon aus 1°, und ist in obigen Zahlen vielfach ausgesprochen. Vergleiche:

Wasserfrei:		Hydrat:
Nr. 52 Tetrate	$25.\frac{1}{2}^\circ$	$8.\frac{1}{12}$, siehe Nr. 58
„ 51 Tritate	$39.\frac{1}{2}^\circ$	$0.\frac{1}{12}$, „ „ 57

Schließlich noch die Bemerkung, daß obige stoffliche Classification noch nicht hinreichend gegliedert ist, wie auch vielfach durch doppelte Formeln (Nr. 8 bis 12, u. a) sowie durch die Zahlenwerthe selbst angedeutet ist.

---

[1]) Contributions to Molecular science, Nr. 3, 1870. Salem (Leipzig, Brockhaus) S. 41. Auch: Synopsis of New Memoirs on Atomechanics, 1868; and earlier publications.

Obige Zahlen weisen auch hinlänglich darauf hin, daß $\pi\alpha_4\nu$ oder ein Tetrat (die Barytoïde ausgenommen) zur quadro-tesseralen Form hinneigt, während die Hexate auf die rhombo-tesserale Form hinweisen.

V. Allgemeine Folgerungen.

Nachdem die Thatsachen einigermaßen ans Licht gezogen sind, möge es erlaubt sein, die Frage nach der relativen Häufigkeit der verschiedenen Grade der Symmetrie auch a priori festzustellen. Es wird sich dadurch herausstellen, daß die Krystallisation gar gewaltig die Formen höherer Symmetrie bevorzugt.

Messen wir die Axenlängen nur bis auf 0·001 genau und die Axenwinkel nur bis auf die Minute. Alsdann ist unter 500 möglichen Axenneigungen nur eine, die 90°0′ ist. Unter 1000 möglichen Axenlängen war eine, die einer andern bis auf 0·001 gleich ist.

Demnach gibt es für je eine monokline Form 500 mögliche trikline Formen, oder

$$tr = 500.m.$$

So auch für eine quadratische Form 1000 mögliche prismatische Formen, oder

$$p = 1000.q.$$

In dieser Weise findet man für die relative Häufigkeit dieser Symmetrie-Grade wenn alle gleich möglich sind,

$$\begin{aligned} h &= 500.t \\ q &= 1000.t \\ p = 1000.q &= 1\,000\,000.t \\ m = 500.p &= 500\,000\,000.t \\ cl = 500.m &= 250\,000\,000\,000.t \end{aligned}$$

Wenn also alle Formen an sich gleich möglich sind, dann ist die relative Anzahl der Krystall-Formen dieser sechs Symmetrie-Grade durch obige Zahlen ausgedrückt.

Da nur eben 2000 Krystalle gemessen sind, so sollten, falls alle Formen gleich möglich wären,

1996 triklinisch sein,
4 monoklinisch,
$0 = p, q, h, t.$

In der That sind aber von 1944 beobachteten Krystallen

nur 94 triklin,
571 monoklin,
538 prismatisch
und gar 741 haben höhere Symmetrie!

Statt daß alle Formen gleiche Wahrscheinlichkeit der Existenz haben, ist die wirkliche Wahrscheinlichkeit irgend einer einzigen Form eines Symmetriegrades durch den Quotienten ausgedrückt, denn man erhält, indem die wirklich beobachtete Anzahl (Nr. 71) durch die oben gegebenen Zahlen dividirt werden,

Symmetrie-Grad:		Wirkliche Wahrscheinlichkeit (in möglichst runder Zahl)
Tesseral	$\frac{800}{1}$	800 000 000 000
Hexagonal	$\frac{820}{000}$	820 000 000
Quadratisch	$\frac{274}{1000}$	274 000 000
Prismatisch	$\frac{538}{1/6}$	1 000 000
Monoklin	$\frac{571}{500 \cdot 10^6}$	2 000
Triklin	$\frac{94}{250 \cdot 10^9}$	1

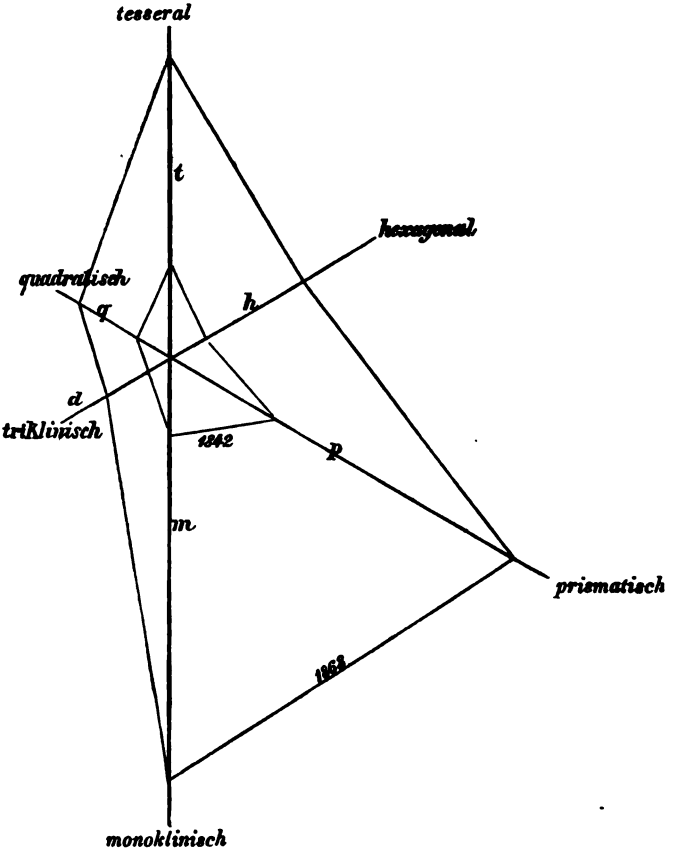
Die Tendenz zur Bildung der tesseralen Form ist also 800000 mal so groß als die zur Bildung irgend einer prismatischen Form; von letztern bringen wir aber 1000000 in Rechnung, während die tesserale nur eine ist (im Sinne der mehrsten Krystallographen); daraus folgt wieder, die wirkliche Anzahl prismatischer Krystalle ist $\frac{1.000.000}{800.000} = \frac{5}{4}$mal derjenigen der tesseralen (beobachtet $\frac{538}{399}$).

Die Tendenz oder Anlage zur Bildung einer prismatischen ist eine Million Mal so groß, wie diejenige zur Bildung einer triklinen Form. Da wir aber 250000 mögliche trikline Formen haben für jede einzelne prismatische Form, so folgt daß die Gesammtzahl der prismatischen Formen sich verhält zu derjenigen der triklinen wie $\frac{1.000.000}{250.000} = \frac{4}{1}$, entsprechend dem beobachteten Werthe $\frac{538}{94}$.

Es braucht nicht bemerkt zu werden, daß die Abweichungen nur von der Abrundung obiger die wirkliche Wahrscheinlichkeit ausdrückende Zahlen hervorgehen. Wir haben diese letzten beiden Beispiele einfacher Zurückrechnung nur ausgeführt, um die Bedeutung obiger Zahlen in ein helleres Licht zu stellen.

Es ist demnach erwiesen, daß die möglichen Krystallformen durchaus nicht gleiche Wahrscheinlichkeit besitzen; sondern daß die Krystallisationskraft eine Form um so eher her-

vorbringt, je höher der Grad der Symmetrie, oder je mehr verschiedene geometrische Bedingungen dabei zu erfüllen sind. Die Form der höchsten Symmetrie, die Tesseralform, ist achthunderttausend Millionen Mal wahrscheinlicher, als irgend eine triklinische Form.



Daß diese große Organisationskraft der geometrische Ausdruck des Gesetzes der festen, multiplen Proportionen (der Chemie) ist, brauche ich in dieser Abhandlung wohl nicht im Besonderen auszuführen. Es wird genügen auf die krystallographischen Typen der Atomechanik, Abschnitt IV, zu verweisen. Ich erlaube mir auf dies als „Programm“ der Atomechanik 1867 veröffentlichte Heft nochmals hinzuweisen.

Schließlich dürfte es angemessen sein, die graphische Darstellung dieser Statistik anzudeuten, wie sie von mir auch namentlich für Lehrzwecke benutzt wird. Ich füge eine Federzeichnung der gemessenen Krystallspecies nach deren Symmetrie bei, worin die Zahlen des Frankenheim'schen Kataloges von 1842 und 1868 dargestellt sind. Das gleichwinklige hexagonale Axenkreuz mißt nach beliebiger Scala (hier 10 Species zu 1^{mm}), die Zahl der Species der 6 Symmetrie-Gattungen. — Man sieht deutlich, wie groß der Fortschritt seit 1842, sowie auch daß die Grenzlinien nahezu parallel bleiben; nur die monoklinen rücken etwas schneller vor. — Eine weniger übersichtliche Methode, siehe Atomechanik p. 28.

Um nicht die Figuren zu vervielfältigen, habe ich Abstand genommen, meine graphischen Darstellungen der einzelnen Typen zu geben.

Über das Vorkommen von Mannit in der Wurzel von *Manihot utilissima* Pohl (*Jatropha Manihot* L.).

Von dem w. M. Dr. **Friedrich Rochleder.**

Bei der Analyse der Wurzel von ***Manihot utilissima*** fanden O. Henri und Boutron-Charlard keinen Mannit. Dr. Peckold sendete mir aus Brasilien vor mehreren Jahren unter dem Namen Manihotin eine kleine Menge einer krystallisirten Substanz durch Herrn Apotheker Diettrich ein. Ich habe diese Substanz durch Umkrystallisiren aus Weingeist unter Zusatz von Thierkohle gereinigt und der Analyse unterworfen. Ich führe von 6 Analysen hier nur eine an.

0·1586 bei 110°C. in einem Strom von Kohlensäure getrocknet gaben 0·2301 Kohlensäure und 0·1116 Wasser oder in 100 Theilen

Gefunden	Berechnet
C... 39·57	39·56... C_6
H... 7·82	7·69... H_{14}
O... 52·61	52·75... O_6
100·00	100·00.

Die Eigenschaften dieses Körpers, den Dr. Peckold aus der Manihotwurzel dargestellt hatte, kommen mit denen des Mannits überein. Ich bestimmte Sicherheit wegen auch den Schmelzpunkt der Substanz und fand ihn bei 165°C. An der Identität des Manihotin mit Mannit ist also nicht zu zweifeln.

Über Ammoniakentwickelung aus faulendem Blute.

Von Sigm. Exner, stud. med.

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

Die erste Veranlassung zur nachstehenden Arbeit war der Wunsch des Herrn Professor Billroth, daß der Einfluß der Luft auf die Fäulnißerscheinungen im Blute von Neuem experimentell untersucht werde. Es trat dabei gleich bei den ersten Vorversuchen eine Erscheinung so sehr in den Vordergrund, daß sie meine ganze Aufmerksamkeit in Anspruch nahm, nämlich die unter dem Einflusse des Sauerstoffes vermehrte Ammoniakbildung; und diese ist es, um welche es sich in den folgenden Versuchen handelt.

Es ist allgemein angenommen und vielfach durch das Experiment erwiesen, daß der Sauerstoff der Atmosphäre bei dem Proceß der Gährung und Schimmelbildung eine wichtige Rolle spielt. Jodin[1]) hat die Menge des bei Schimmelvegetation absorbirten O gemessen. Pasteur[2]) hat nachgewiesen, daß bei der Essiggährung O aus der Atmosphäre aufgenommen und an den Alkohol abgegeben wird, und daß diese O-Aufnahme nur erfolgt, wenn die betreffende Pilzform *(Mycoderma aceti)* an der Oberfläche der Flüssigkeit vegetirt. Helmholtz[3]) hat gezeigt, daß Zuckerlösung die mit Lackmus gefärbt war, in Folge desoxydirender Wirkungen bei Gährung sich entfärbe[4]).

Wenn nach diesen und vielen anderen Versuchen an der O-Aufnahme bei diesen Processen nicht zu zweifeln ist, so kann die Frage bezüglich der Fäulniß thierischer, eiweißhältiger Substanzen

---

[1]) Compt. rend. Tom 54. p. 917.

[2]) Études sur les mycodermes. Rôle de ces plantes dans la fermentation acétique (Compt rend. Tom 54. p. 265).

[3]) Journ. f. prakt. Chem. Bd. XXXI und Müller's Arch. 1843.

[4]) Auch die aus dem Jahre 1838 stammenden Versuche von Saussure (Biblioth. univ. de Genève; Berzelius Jahresb. Bd. XIX) scheinen hieher zu gehören.

nicht in ähnlicher Weise als abgeschlossen betrachtet werden. Die wenigen Versuche, die hierüber existiren, lieferten nicht übereinstimmende Resultate.

Pasteur[1]), die erste Autorität in der Lehre von der Fäulniß und Gährung, behauptet, daß die Gährungsfermente für weinsauren Kalk, sowie die Fäulnißfermente für Eiweiß keines Sauerstoffes bedürfen, daß freier Sauerstoff sie sogar tödte, und daß in jeder eiweißhaltigen Flüssigkeit, bevor die eigentliche Fäulniß beginnt, der Sauerstoff verschwindet und Kohlensäure auftritt.

Dem gegenüber behauptet Lemaire[2]), daß die fäulnißerregenden Organismen der Eiweißkörper in $C\Theta_2$ absterben und Θ zu ihrer Entwickelung bedürfen. Ebenso hat Reiset[3]) gefunden, daß bei der Fäulniß von Dünger und Fleisch Θ verzehrt, und $C\Theta_2$ gebildet wird.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß auch ohne Zutritt von Θ von Außen Fäulnißerscheinungen auftreten. Der einfachste Versuch lehrt dies. Man schließe Blut in ein Gefäß, das man vollkommen damit anfüllt, verschließe es hermetisch und lasse es mehrere Tage stehen, man öffne es dann: es hat einen abscheulichen Geruch angenommen, kurz es zeigt die Erscheinungen, welche wir als Fäulnißerscheinungen begreifen[4]).

Nichts desto weniger kann Θ einen wesentlichen Einfluß üben auf den Gang der Erscheinungen, und es schien zunächst natürlich, zu untersuchen, wie sich dieselben verändern, wenn man mehr oder weniger Θ oder mehr oder weniger atmosphärische Luft mit dem der Fäulniß überlassenen Blute in Berührung bringt.

Ich leitete demnach Luft durch eine Portion Blut, während ich eine gleiche Portion unter einem Glassturz von der äußeren Luft abgesperrt hielt. Nach wenigen Tagen (es war im November 1868) zeigte sich, daß die Blutportion, durch welche Luft strich, viel mehr faulig roch, als die andere. Ihr Geruch deutete im Gegensatz zur anderen Portion auffällig auf entweichendes Ammoniak, welches sich

---

1) Compt. rend. Tom. LVI. p. 734.

2) Compt. rend. LVII. p. 1189.

3) Experiences sur la putréfaction et sur formation des fumiers (Compt. rend. XLII. p. 53).

4) Man kann, wie sich später herausstellen wird, die Bildung dieser Stoffe nicht dem in der Blutflüssigkeit gelösten Sauerstoff zuschreiben.

auch als solches, und zwar in dieser Durchleitungsportion in weit größerer Quantität als in der ruhenden Portion nachweisen ließ.

Dieser Nachweis geschah auf folgende Weise:

Beide Portionen, oder gleiche Theile derselben, wurden, als der Versuch beendet war, in je eine Glasbüchse (von etwa 1/2 Zoll Höhe und 2 Zoll Durchmesser) gegossen und möglichst rasch mit deren aufgeschliffenem Deckel zugedeckt. Auf der Innenfläche des letzteren haftete ein mit Wasser angefeuchteter Streifen Lackmuspapiers [1]) von schwach röthlicher Farbe. Je nach der Quantität des im Blute enthaltenen NH_3 färbte sich dieses Lackmuspapier früher oder später, mehr oder weniger intensiv blau.

Nachdem dieses vorläufige Resultat durch anderweitige Versuche erhärtet worden war, wurde untersucht, ob die Ursache dieser Beförderung der Ammoniakentwickelung in den Gasen der Luft oder etwa nur in den materiellen Verunreinigungen, Infusorien- und Pilzkeimen etc. liege. Als die Versuche auf die Gase als Vermehrer des NH_3 hinwiesen, stellte ich vergleichende Versuche mit verschiedenen Gasarten an.

Der Einfluss der Zimmerluft auf die Ammoniakentwickelung.

Nach dem angeführten Vorversuche mußte constatirt werden, ob jede reichliche Zufuhr von gewöhnlicher Luft auf die Ammoniakentwickelung befördernd einwirkt.

Zunächst ward der Vorversuch wiederholt und zwar in der Art, daß mittelst eines großen Aspirators, der ohne neu gefüllt zu werden über 24 Stunden seine Thätigkeit fortsetzte, Luft durch eine Blutportion [2]) gesaugt wurde. Um das Übersteigen des Blutschaumes zu vermeiden, wählte ich als Gefäß eine mit engem Halse versehene birnförmige Flasche. Die nach unten gewendete Spitze barg das Blut, während der weite Bauch für die Blasen hinlänglich Raum bot. Durch den Kork gingen zwei Glasröhren, deren eine bis an den Grund reichte, so daß die Luftblasen die ganze Blutsäule passiren mußten,

---

[1]) Prof. Brücke (Wiener Akad. d. Wiss. 1868) benützte bei ähnlichen Versuchen das Nessler'sche Reagens. Für meine Zwecke war dasselbe zu empfindlich, da schon ganz frisches Blut, wie Prof. Brücke erwähnt hat, so viel NH_3 entwickelt, daß es durch dieses Verfahren nachweisbar ist.

[2]) Es war Blut vom Rind.

deren andere ganz oben endete und die Luft weiter führte. Diese wurde, bevor sie in das Blutgefäß drang, noch durch eine Waschflasche mit Wasserdampf geschwängert, um das Blut vor Verdampfen zu schützen.

Neben diesem Apparate war zum Vergleich eine Blutportion unter einem Glassturz aufgestellt. Die darin befindliche Luft war durch Wasser von der äußeren Atmosphäre abgesperrt [1]).

Nach 2—4 tägigem Durchleiten zeigte sich bei viermaliger Wiederholung des Versuches immer in gleicher Weise, daß die Blutportion, durch welche Luft geleitet wurde, schon sehr intensiv roch, viel NH_3 entwickelte, durch Einblasen von Luft nicht mehr arteriell roth gefärbt wurde, und daß der Blutfarbstoff aus den Blutkörperchen ausgetreten war, was alles bei der Controlportion entweder gar nicht oder in weit geringerem Grade der Fall war.

Die größere Quantität NH_3 in der Probeportion — wie ich sie im Gegensatze zur Controlportion nennen will — ist um so bemerkenswerther, als dem NH_3 in derselben durch die Durchleitung der Luft freier Ausweg gestattet war, was bei der abgesperrten Controlportion nicht der Fall war [2]).

Um zu constatiren, in wie ferne das Austreten des Hämoglobins einen Einfluß auf diese Processe nimmt, machte ich einen Versuch, in welchem dasselbe in beiden Portionen schon von vorne herein stattgefunden hatte.

Ich ließ eine Quantität Blutes zweimal gefrieren, um auf diese Weise in beiden Blutportionen die Blutkörperchen zu zerstören. Bei Wiederholung des Versuches mit diesem Blute zeigte sich auch in der Probeportion weit mehr NH_3-Entwickelung als in der Controlportion.

Es geht hieraus hervor, daß die stärkere NH_3-Entwickelung nicht Folge, oder doch nicht ausschließliche Folge des Hämoglobinaustrittes war, es ist vielmehr wahrscheinlich, daß letzterer in Folge

---

[1]) Alle Controlportionen standen immer in nächster Nähe der betreffenden Blutprobe, damit sie gleiche Temperatur hatten, und alle Temperaturschwankungen gleichartig mitmachten.

[2]) Man könnte den Verdacht hegen, daß das als Sperrflüssigkeit benützte Wasser selbst mehr NH_3 durchdiffundiren ließ, als durch die Durchleitung der Luft in der Probeportion verloren ging. Spätere Versuche derselben Art, bei welchen Quecksilber als Sperrflüssigkeit benützt ward, zeigen, daß dies nicht die Ursache der Differenz war.

chemischer Zersetzung und nicht etwa in Folge der mechanischen Wirkung des Luftdurchleitens stattgefunden hatte.

Ich machte nun einen Versuch, bei welchem zwei gleichgroße Blutportionen in ungleichem Luftvolumen ruhend abgesperrt waren. Die eine war in einer großen, die andere in einer kleinen Flasche, die sie bis zu $^3/_4$ erfüllte, durch Korke luftdicht eingeschlossen. Nach 7 Tagen (es war im Winter, weßhalb die Proben so lange stehen gelassen wurden) zeigte die in der größeren Flasche eingeschlossene Portion große Mengen NH_3, während die zweite Portion kaum Spuren davon erkennen ließ.

Darauf modificirte ich den Versuch der Art, daß den ungleichen Luftvolumen gleich große Oberflächen der Blutportionen zum Angriff geboten wurden. Es trat derselbe Erfolg ein.

Ich suchte mir eine Vorstellung zu bilden über die Art und Weise, wie die Luft auf die Processe im Blute einwirkt. Es ist wohl nicht anders denkbar, als daß dieselbe erst dann auf die Ammoniakentwickelung Einfluß nehmen kann, wenn sie (oder ein Bestandtheil derselben) auf dem Wege der Absorption in das Blut übergegangen ist. Ich veränderte also die Bedingungen, welche Veränderungen in der Schnelligkeit der Gasabsorption in Flüssigkeiten entsprechen.

In gleichen Luftvolumen wurden gleiche Blutportionen abgesperrt; die eine derselben war enthalten in einer Eprouvette von gewöhnlichem Lumen, die zweite in einer flachen Abdampfschale. Sie standen unter Glasstürzen; Wasser war als Sperrflüssigkeit benützt. Bei der Untersuchung zeigte sich in der Portion, welche mit großer Oberfläche die Luft berührte, weit mehr NH_3 als in der anderen.

In einem weiteren Versuche wurde der Luftdruck, der auf das Blut wirkte erhöht. Ich nahm zwei gleiche Flaschen, und goß in beide gleiche Portionen Blutes, welche den Boden etwa 1 Cm. hoch bedeckten. In die eine Flasche wurde dann so lange Luft eingepumpt, bis ein an ihr angebrachtes Manometer einen ungefähr doppelten Atmosphärendruck anzeigte. Dann wurden beide Flaschen fest verschlossen und stehen gelassen. Nach einigen Tagen wurde die Prüfung auf NH_3 vorgenommen, wobei sich zeigte, daß in der Blutportion, welche unter hohem Druck stand, mehr NH_3 war.

Ich habe diesen Versuch, so wie den jetzt zu beschreibenden mehrere Male wiederholt und immer denselben entschiedenen Zuwachs von NH_3 in der Druck-Portion gefunden.

Wenn Erhöhung des Luftdruckes über die Norm eine Vermehrung von NH_3 zur Folge hat, so muß Erniedrigung desselben unter die Norm eine Verminderung, bezüglich eine Verlangsamung der NH_3-Entwickelung nach sich ziehen. Ich brachte demnach zwei gleiche Blutportionen in gleiche Schalen, und stellte sie unter vollkommen gleiche Recipienten, welche beide an ihren Teller luftdicht schlossen. Der eine Recipient wurde bis zu 1—2 Zoll Quecksilberdruck ausgepumpt und so stehen gelassen. Nach mehreren Tagen zeigte die Reaction in der Blutportion, welche im luftverdünnten Raume stand, viel weniger NH_3 als in ihrer Controlportion.

Aus diesen Versuchen folgt: Je größer die einer Blutportion zugeführte Menge gewöhnlicher atmosphärischer Luft, desto rascher und desto intensiver tritt in derselben NH_3-Entwickelung auf[1]).

Einfluss der mechanisch gereinigten Luft auf die NH_3-Entwickelung.

Da die organischen Keime, mit welchen die Luft der Städte immer erfüllt ist, nach den Versuchen von Schwann, Schröder und v. Dusch[2]), Helmholtz[3]), Schröder[4]), Hermann Hoffmann[5]), van den Broeck[6]), Ure[7]), Lüdersdorf[8]), als die Urheber der Fäulniß und Gährung, oder nach der Ansicht einiger (de Barry[9]), Pasteur[10]), als die mächtigen Beförderer derselben zu betrachten sind, so ist es sehr wahrscheinlich, daß auch die Quantität der zugeführten Keime für den Eintritt und Verlauf der Ammoniak-

---

[1]) Es ist selbstverständlich, daß dieser Satz nur für verhältnißmäßig kleine Luftquantitäten Geltung haben kann: ich sperrte zwei gleiche Blutportionen unter zwei ungleichen Stürzen von der äußeren Luft ab; der größere Sturz faßte 2850 Ccm., der kleinere 750 Ccm. Nach 5 Tagen zeigte sich in dem im größeren Luftvolumen abgesperrten Blut nur um sehr wenig NH_3 mehr, als in der anderen Portion. Weitere Messungen über diesen Gegenstand habe ich nicht angestellt.

[2]) Liebig Ann. Bd. LXXXIX.

[3]) Journ. f. prakt. Chem. XXXI. 429.

[4]) Liebig Ann. CIX. (für gewisse Stoffe, z. B. Blut).

[5]) Liebig Ann. CXV. 228.

[6]) Liebig Ann. CXV. 78.

[7]) Journ. f. prakt. Chem. XIX. 186.

[8]) Poggend. Ann. B. LXVII.

[9]) Handbuch d. physiolo. Botanik v. Hofmeister, Bd. II. Abth. 1. S. 232.

[10]) Compt. rend. Tom. 56, p. 734 und Tom 50, p. 303.

bildung nicht gleichgültig ist. Es steht zu vermuthen, daß bei den im Vorhergehenden angeführten Versuchen, die bei einer größeren Luftquantität mitgeführte größere Anzahl organischer Keime schon an und für sich einen rascheren Fäulnißproceß, bezüglich eine raschere NH_3-Entwickelung bedingen würde.

Es mußte also noch untersucht werden, ob derselbe Erfolg eintritt, wenn die erneute Zufuhr von Keimen vermieden wird.

Zu diesem Zwecke wurden die bereits beschriebenen Durchleitungsversuche so modificirt, daß die in der eindringenden Luft enthaltenen Keime entweder getödtet oder anderweitig unschädlich gemacht wurden.

Das Letztere erreichte ich durch die schon vielfach geübte, und erprobte Methode der Filtration durch Baumwolle.

Ich ließ demnach die Luft, nachdem sie durch die Waschflasche gegangen war und bevor sie in das Blutgefäß drang, durch zwei Glasröhren von 13 Mm. Lumen streichen. Die Länge beider Röhren zusammen betrug 45 Cm. Sie waren ziemlich fest mit Baumwolle gefüllt.

Wurde 2, 3 oder 4 Tage lang so präparirte Luft durch eine Blutportion hindurchgeleitet, so zeigte sich immer derselbe Erfolg: sie enthielt verhältnißmäßig große Mengen NH_3, während die Controlportion noch so wenig NH_3 entwickelt hatte, daß durch dasselbe das prüfende Lackmuspapier entweder gar nicht oder sehr schwach und allmälig blau gefärbt wurde. Die Controlportion stand bei diesen Versuchen unter einem entweder durch Wasser oder auch durch Quecksilber abgesperrten Glassturz.

Es ist zu bemerken, daß das NH_3 der Probeportion auch in diesem Falle während der ganzen Zeit der Durchleitung in reichlicher Menge fortgeführt wurde, daß also der schließliche Überschuß in derselben auf eine verhältnißmäßig sehr rapide Entwickelung desselben schliessen läßt.

Ich habe denselben Versuch mit dem Serum des Pferdeblutes [1]) wiederholt. Es zeigte dieselbe NH_3-Entwickelung wie das Gesammtblut.

---

[1]) Dasselbe war dargestellt, indem das vom Blutkuchen ausgepreßte Serum stehen gelassen wurde, bis sich die Blutkörperchen abgesetzt hatten. Die hievon abgehobene Flüssigkeit enthielt zwar keine Blutkörperchen mehr, aber allerdings Spuren von Hämoglobin.

Ferner habe ich den Versuch, bei welchem die Luft eingepreßt wurde, wiederholt, mit dem Unterschiede, daß die nachgepumpte Luft bevor sie in die Flasche kam die Baumwollröhren passiren mußte. Es trat hier in der Portion, welche unter höherem Druck stand, nicht immer mehr NH_3 auf. Die Fälle in welchen gleich viel oder in der anderen Portion sogar mehr NH_3 auftrat, kann ich mir vor der Hand nicht hinlänglich erklären [1]).

Die Versuche fielen ebenso zweifelhaft aus, wenn ich gleiche Blutportionen in gleiche glasirte Thonkrüge füllte und die Luft in einem derselben durch Nachfüllen von Quecksilber auf ihr halbes Volumen comprimirte.

Außer diesen Versuchen, bei welchen die Zufuhr von Keimen durch Filtration verhindert wurde, habe ich auch solche gemacht, bei welchen die Keime getödtet wurden. Ich leitete zu diesem Zwecke die Luft durch concentrirte Salpetersäure, welche sich in einer Vorlage, wie solche zur Will- und Varrentrapp'schen Stickstoffbestimmung dienen, befand. Die Luft wurde dann von den sauren Dämpfen durch zweimalige Durchleitung durch Kali gereinigt (erst in einem Kolben dann in einem Liebig'schen Kaliapparat). Dann drang die Luft in eine Waschflasche, deren Wasser vor Beginn des Versuches längere Zeit im Kochen erhalten worden war, um darin etwa vorhandene Keime zu tödten. Von hier aus wurde sie in das Probegefäß geleitet [2]).

Ich benütze bei diesen Versuchen außer Blut auch Hühnereiweiß, da ich hiebei den Nebenzweck verfolgte, mich durch das Mikroskop über die Natur der auftretenden Organismen zu unterrichten, was der Menge der Blutkörperchen wegen bei den früheren Versuchen nicht leicht möglich war. Das Eiweiß wurde mit dem 3fachen Volumen 1% Kochsalzlösung versetzt.

Dasselbe nach dieser Methode behandelt, zeigt, mit Ausnahme davon, daß es viel längere Zeit zum Eintritt der NH_3-Entwickelung beansprucht, dieselben Erscheinungen wie das Blut. Es tritt auch

---

[1]) Man muß berücksichtigen, daß bei diesen Versuchen die Menge des eingepreßten O eine beschränkte war, und daß hierauf wohl die mangelhafte Übereinstimmung beruht.

[2]) Man könnte an der Stichhältigkeit dieses Versuches zweifeln, weil die hier verwendete Luft durch die Durchleitung durch KOH ihrer Kohlensäure beraubt wurde, also nicht mehr die normale Zusammensetzung hatte. Das Folgende wird, glaube ich, diese Bedenken heben.

hier in der Durchleitungsprobe viel früher Ammoniakentwickelung ein, als in der Controlprobe.

Um ganz sicher zu gehen, wählte ich bei Fortsetzung dieser Versuche statt Salpetersäure, die flüchtigere Chlorwasserstoffsäure. Dabei wurde die Luft zweimal durch ClH geleitet (wieder zuerst in einen Kolben, dann in einen Liebig'schen Kaliapparat) darauf ebenso zweimal durch KΘH, endlich durch Wasser in das Blut- oder Eiweißgefäß. Zwischen diesem und dem Aspirator, welcher die Luft durchsaugte, war noch eine Will- und Varrentrapp'sche Vorlage mit $N\Theta_3$ H oder $S\Theta_4$ H_2 gefüllt eingeschaltet, um in den Momenten, in welchen keine Blasen überstiegen, ein etwaiges Herüberdringen von Keimen zu verhüten. Auch bei dieser Aufstellung zeigte sich derselbe Erfolg.

Die Eiweißversuche mußten 6—10 Tage im Gange erhalten werden (es war im Juni und Juli), wenn man mit Sicherheit darauf rechnen wollte, NH_3-Entwickelung vorzufinden, während es beim Blut im Juni gelang, schon noch 23 Stunden die NH_3-Vermehrung sowohl nach der beschriebenen Methode, als auch nach der von Prof. Brücke angewendeten Methode mittels Neßler'schem Reagens deutlich nachzuweisen. Die Controlportionen standen wie bei den früheren Versuchen unter Glasstürzen, in den ersten Versuchen mit Wasser, später mit Quecksilber abgesperrt.

Ich glaube, durch diese Versuche nachgewiesen zu haben, daß die Beförderung der NH_3-Entwickelung durch die Luft, dieser selbst als Gasgemenge, und nicht allein den organischen Keimen, welche sich in demselben befinden, zuzuschreiben ist.

Es ist demnach noch zu untersuchen, in welchem Grade dieses Vermögen den verschiedenen Gasarten, welche die Luft zusammensetzen, zukömmt.

Vergleichung der Wirkung des Sauerstoffes mit jener anderer Gase.

Wenn, wie es zu erwarten stand, der Θ dasjenige Gas ist, welchem die Luft in erster Linie ihre Fähigkeit, die NH_3-Entwickelung zu beschleunigen, verdankt, dann wird eine Blutportion, welche mit N oder mit $C\Theta_2$ abgesperrt ist, weniger, eine solche, welche mit Θ abgesperrt ist, mehr NH_3 entwickeln als eine Blutportion, welche, im Übrigen natürlich unter gleichen Bedingungen, mit atmosphärischer Luft in Berührung ist.

Ich habe also zuerst vergleichende Versuche über die Einwirkung von N und Luft, dann von $C\Theta_2$ und Luft, und schließlich von Θ und Luft gemacht.

Wenn man zwei gleiche Blutportionen unter Glasstürzen durch Wasser von der äußeren Atmosphäre absperrt, dann unter einen derselben einen Strom Stickstoff einleitet, dem dadurch entstehenden Gemisch von Luft und N durch eine Röhre, welche unter dem Sturz durchführt, so lange Abzug gestattet, bis man annehmen kann, daß der größte Theil der Luft unter dem Sturze verdrängt ist, dann findet man regelmäßig nach einer Reihe von 4—5 Tagen in dieser Blutportion gar kein, oder fast gar kein NH_3, während in der anderen Portion eine reiche NH_3-Entwickelung stattfindet [1]).

Man erhält ein gleichlautendes Resultat, wenn man, nicht wie hier, den Stickstoffgehalt der Luft nur in hohem Grade vermehrt, sondern mit reinem N ohne Beimischung von Θ experimentirt.

Um Blut mit reinem N und (als Controlportion) mit Luft abzusperren, füllte ich je eine 1925 Ccm. haltende untubulirte Retorte mit ausgekochtem Wasser vollkommen an und brachte die Öffnung des Halses, dieselbe mit dem Daumen verschließend, unter Quecksilber. Die Retorte wurde dann nach gewöhnlicher Methode mit dem Gas gefüllt, dadurch das Wasser daraus entfernt, und die im Halse befindliche Quecksilberoberfläche möglichst getrocknet. Dann wurde in diesen Hals durch eine Röhre Blut aufsteigen gelassen. Nach 6—7 Tagen wurden die Blutportionen aus den Retorten ohne Luftzutritt in eine Pipette gesaugt, und natürlich gleichzeitig nach der angeführten Methode auf NH_3 geprüft.

Es ist selbstverständlich, daß auch bei dieser Methode, die ich noch vielfach in Anwendung brachte, alle äußeren Bedingungen für Control- und Probeportion möglichst gleich gemacht wurden [2]).

Wie gesagt, zeigte sich auch hier in der Luftportion bei weitem mehr NH_3, doch waren Spuren desselben auch in der N-Portion zu erkennen.

Ich habe ferner den vergleichenden Versuch zwischen Luft und N so angestellt, daß ich die Luft unter einem Sturz mit dem Blut ab-

---

[1]) Das hiebei benützte Stickstoffgas war durch Verbrennen von Alkohol im abgeschlossenen Raume gewonnen. Es war natürlich möglichst gereinigt.

[2]) Der N war auch hier aus Alkoholverbrennung dargestellt.

gesperrt hielt, den Stickstoff aber durch das Blut hindurchleitete[1]). Aus den Durchleitungsversuchen mit Luft ging hervor, daß die Wirkung derselben auf das Blut durch diese Procedur verstärkt wurde. Wenn also N eine einigermaßen wichtige Rolle bei der NH_3-Entwickelung spielte, so mußte dieselbe auf diesem Wege deutlicher zu Tage treten. Aber auch dieses Blut, durch welches 4—5 Tage lang N geleitet wurde, zeigte in einem Falle gar kein nach meiner Methode nachweisbares NH_3, in einem zweiten Falle traten erst nach $^1/_2$ Stunde die ersten Spuren der Verfärbung am Lackmuspapier auf. Die in Luft gestandenen Portionen zeigten reichlich NH_3[2]).

Nach diesen Versuchen muß man den Stickstoff, als das die Ammoniakentwickelung befördernde Element in der Luft, wohl ausschließen.

Dasselbe negative Resultat erhielt ich für die Kohlensäure, deren Anwesenheit Pasteur als nothwendige Bedingung für die Fäulniß betrachtet. Wenn sie auch in der Luft bloß in sehr geringer Quantität vorkömmt, mußte ich ihre Einwirkung schon deßhalb untersuchen, weil sie in faulenden Flüssigkeiten jedenfalls in großer Menge gelöst ist.

Durch die oben beschriebenen Versuche, bei welchen Luft unter anderem auch durch Kalilösung strich und trotzdem ihre befördernde Wirkung auf die Ammoniakentwickelung in hohem Grade äußerte, geht schon hervor, daß die $C\Theta_2$ der Luft dasjenige nicht sein kann, was jenen Effect erzeugt.

Ich habe Kohlensäure vier Tage lang langsam durch Blut geleitet, während ich die Controlportion in einem verhältnißmäßig kleinen Luftvolumen abgesperrt hielt. Bei der Untersuchung zeigte sich in der letzteren sehr viel NH_3, während in dem Blut, durch welches Kohlensäure strich, gar kein NH_3 (nach meiner Methode) nachgewiesen werden konnte[3]).

---

[1]) Ich muß bemerken, daß bei diesem Versuch der Gasstrom bisweilen unterbrochen war, so daß das Blut mit N abgeschlossen stand. Auch ward dieselbe Gasportion mehrmals benützt, indem sie durch einen Gasometer aufgefangen, durch Schwefelsäure und Wasser gereinigt und dann wieder durchgeleitet wurde.

[2]) Bei diesen Versuchen war der Stickstoff aus salpetrigsaurem Kalk und Stärke dargestellt.

[3]) Bei den Versuchen mit N und $C\Theta_2$ war Rinderblut verwendet.

Wir sind demnach auf dem Wege der Exclusion zu dem Schlusse gekommen, daß es weder organische Keime (allein), noch der Stickstoff, noch die Kohlensäure, sondern daß es nur der Sauerstoff sein kann, welchem unsere Zimmerluft die Eigenschaft verdankt im Blute die Ammoniakentwickelung zu befördern.

Ich habe diesen Schluß durch positive Resultate zu erhärten gesucht, indem ich die Einwirkung von künstlich bereitetem Sauerstoff auf das Blut prüfte. Es ist nämlich nach dem Mitgetheilten zu erwarten, daß zwei Blutportionen, von welchen eine in O, die andere in filtrirter Luft steht, verschiedene Quantitäten NH_3 entwickeln, und zwar, daß die O-Portion mehr entwickelt als die Luftportion. Die Resultate dieser und ähnlicher Versuche hatten aber durchaus nicht die wünschenswerthe Übereinstimmung und Präcision. Während ich bei den bisher beschriebenen Versuchen das jedesmalige Resultat mit einem hohen Grade von Bestimmtheit voraussagen konnte, war ich es bei den nun folgenden nicht im Stande. Oft hatte die Luftportion mehr NH_3 entwickelt als die O-Portion, ohne daß ich mir eines Versuchsfehlers bewußt war. Ich weiß nicht zu sagen, worauf diese mangelhafte Übereinstimmung der Versuche mit O beruht, doch ist es möglich, daß in dem künstlich bereiteten O irgend eine durch die Untersuchung noch nicht ermittelte Substanz enthalten ist, die der beginnenden Fäulniß entgegenwirkt.

Die Versuche wurden in ähnlicher Art, wie die bereits beschriebenen, angestellt: unter Glasstürzen wurde die Luft durch O (zum größten Theil) verdrängt und als Controlportion filtrirte Luft auf dieselbe Weise unter den Sturz geleitet; oder O und filtrirte, in anderen Fällen unfiltrirte Luft wurden in Retorten gefüllt, und dann in dieselben Blut aufsteigen gelassen. Die Retorten wurden in gewissen Versuchsreihen täglich geschwänkt[1]), um die Berührung des Blutes mit dem darin befindlichen Sauerstoff oder der Luft inniger zu machen. Auch wurde in eine knieförmig umgebogene Röhre, von deren Enden eines zugeschmolzen und die ganz mit Quecksilber gefüllt war, zuerst O und dann Blut aufsteigen gelassen, so daß diese beiden übereinander in einem Schenkel standen, und durch Quecksilber von dem anderen Schenkel und der äußeren Atmosphäre abgeschlossen waren.

[1]) Der Hals der Retorte wurde dabei natürlich luftdicht geschlossen. Auch war in derselben immer etwas Quecksilber, das mit geschüttelt wurde.

Diese Versuche zeigten allerdings in vielen Fällen in der Θ-Portion mehr NH_3 als in der Luftportion, doch trat das Umgekehrte häufig genug ein, um den Resultaten jeden beweisenden Werth zu nehmen.

Nur eines kann mit aller Bestimmtheit daraus gefolgert werden, nämlich, daß Blut mit Θ allein abgesperrt, beträchtliche Quantitäten Ammoniaks entwickelt, so wie, daß an der Oberfläche dieses Blutes meist ringförmig als schleimiger Überzug an die Glaswand angelegt, große Mengen von Organismen leben können und leben.

Es war zunächst zu untersuchen, ob etwa die erwähnten Unregelmäßigkeiten auf einen wechselnden Ozongehalt der Gase zurückzuführen seien. Ich machte also einige Versuche darüber, ob ozonisirter Θ wirklich bedeutend anders auf das Blut wirke, als gewöhnlicher. Zwei kleine Ballons wurden mit Sauerstoffgas aus demselben Gasometer gefüllt. Nachdem durch eine umgebogene Röhre Blut (natürlich gleiche Portionen) in dieselben aufgestiegen war, wurden sie, noch unter Quecksilber, verkorkt, und allsogleich versiegelt. Durch den Kork des einen Ballons führten zwei Messingstifte, zwischen welchen täglich eine große Anzahl Funken einer Leydnerflasche überspringen gelassen wurden. Nach vier Tagen wurden die Gefäße eröffnet und der Inhalt auf NH_3 geprüft. Ich habe den Versuch nur zweimal angestellt, aber in diesen beiden Malen zeigte sich eine so entschiedene Verminderung des NH_3 in der ozonisirten Portion, daß ich allerdings geneigt bin zu glauben, daß der allotrope Θ hindernd auf die Ammoniakentwickelung einwirke [1]).

Es ist schon erwähnt worden, daß die NH_3-Entwickelung auch vor sich geht, wenn zwar der Zutritt von Θ ganz gehindert ist, aber N in reichlicher Menge mit dem Blute in Berührung steht, daß nur die Menge des gebildeten NH_3 sehr gering ist. Mehr NH_3 entwickelte sich bei Berührung mit H.

Die Versuche, die ich mit Wasserstoff anstellte, waren ähnlich den beschriebenen Versuchen mit N.

Nachdem festgestellt war, daß Blut, welches mit H in Berührung ist, bei weitem mehr NH_3 entwickelt, als solches, das mit N in Berührung steht, untersuchte ich ob die Einwirkung des H nicht der

---

1) Schönbein (Pogg. Ann. Bd. C.) schreibt dem Ozon der Luft eine gegentheilige Wirkung zu.

der Luft gleichkommt, oder dieselbe noch an befördernder Kraft überflügelt.

Ich habe zu diesem Zwecke Durchleitungsversuche mit filtrirter und unfiltrirter Luft und Wasserstoff gemacht, habe ferner H und filtrirte Luft nach beschriebener Weise über Blut in Retorten gebracht, in einzelnen Versuchen dieselben täglich geschwänkt, und immer zeigte sich die Menge des NH_3 in der Luftportion noch beträchtlich größer als in der H-Portion.

Bei vergleichenden Versuchen mit H und künstlichem Θ zeigte sich in der Regel ein Mehr von NH_3 auf Seiten des Θ, bisweilen aber auch auf Seiten des H. Ich kann indessen diesen Versuchen keinen entscheidenden Werth beimessen, weil ich durch die vergleichenden Versuche zwischen Luft und künstlichem Θ die Unregelmässigkeiten in der Wirkung des letzteren kennen gelernt habe. Daß bei der Zersetzung unter Einfluß von H andere Producte gebildet werden als unter dem Einflusse von Θ, zeigt sich darin, daß sowohl der Geruch, als die Farbe einer H-Portion sich wesentlich unterscheiden von Geruch und Farbe einer Luft- oder Θ-Portion. Der Geruch der Luftprobe ist stechender und weniger widerlich als der der H-Probe. Die Farbe der letzteren spielt mehr ins Bläuliche und kann fast ein Violett genannt werden, während jene der ersteren ein mattes Braun-Roth ist.

Einfluss des Schüttelns auf die Ammoniakentwickelung.

Es ist durch die beschriebenen Versuche festgestellt worden, daß die Entwicklung der großen Quantitäten NH_3 aus Blutportionen, durch welche Tage lang Luftblasen steigen, nicht allein bedingt sein kann durch die dadurch im Blute erzeugte Bewegung. Es schien mir räthlich noch weiter zu untersuchen, ob der Einfluß einer derartigen Bewegung wirklich Null ist, oder ob er nur so gering ist, daß er bei den beschriebenen Versuchsmethoden der Beobachtung entging. Bei diesen Versuchen, in welchen alle sonstigen Bedingungen, welche befördernd auf die NH_3-Entwickelung einwirken, ausgeschlossen waren und bei welchen die Blutproben in continuirlicher Bewegung erhalten wurden, zeigte sich, daß das letztere der Fall ist.

Zwei möglichst gleiche Eprouvetten wurden mit Blut[1]) bis an den Rand gefüllt. In jede derselben wurde dann eine geringe Menge Quecksilbers[2]) gegossen. Nachdem beide Eprouvetten so zugekorkt und versiegelt waren, daß sich keine Luftblase in denselben befand, wurde die eine in einen Apparat eingespannt, der sie in steter Bewegung erhielt. Nach dem Principe des Schaukeltroges hatte ich an einem Ende eines zweiarmigen Hebels, dessen Schwerpunkt ober dem Unterstützungspunkte lag, ein Porcellanschälchen angebracht, das durch einen constanten Wasserstrahl gefüllt wurde bis es den Hebel zum Umkippen brachte, sich ausleerte, und dann zurückschnellte. An dem anderen Hebelarm[3]) war die Eprouvette so angebracht, daß sie während des Umkippens mit dem Stöpsel tiefer, in den Intervallen mit dem Boden tiefer stand, so daß das in ihr enthaltene Quecksilber jedesmal durch die ganze Eprouvette hin- und zurücklief. Der Wasserstrahl war so regulirt, daß der Hebel in der Minute ungefähr zweimal umkippte.

Neben diesem Apparate stand die ruhende Eprouvette. Bei fünfmaliger Wiederholung des Versuches zeigte sich immer dasselbe Resultat; in der geschüttelten Portion waren schon deutliche Spuren NH_3 nachweisbar, während in der ungeschüttelten gar kein NH_3 oder (in einem Falle) bei weitem geringere Spuren vorhanden waren.

Wie mich anderweitige Versuche lehrten, entwickelt sich in von der Luft vollkommen abgesperrtem Blute sehr langsam und nur in geringer Menge Ammoniak. Es wird diese Langsamkeit durch das Schütteln nicht bedeutend vermindert, weßhalb die Blutproben verhältnißmäßig lange dieser Procedur ausgesetzt bleiben mußten.

Die erste Portion ward geschüttelt vom $^1/_3$—$^{11}/_3$, die zweite vom $^{11}/_3$—$^{29}/_3$, die dritte vom $^{29}/_3$—$^{21}/_4$ und die beiden letzten vom $^{21}/_4$—$^{15}/_5$.

Selbst bei den letzten Proben zeigte sich trotz der langen Dauer und der vorgeschrittenen Jahreszeit, in der ruhenden Portion noch kein nachweisbares NH_3.

In dem geschüttelten Blute war das Hämoglobin mehr oder weniger ausgetreten, die Blutkörperchen zerstört, in Fragmenten

[1]) Bei diesen Versuchen war theils Schweineblut, theils Rinderblut in Verwendung.

[2]) In dem ersten Versuch war statt desselben eine Glaskugel, in einem zweiten eine Marmorkugel benützt.

[3]) Oder mit diesem anderweitig in Verbindung.

umherschwimmend, Veränderungen, welche in der ruhenden Portion zwar auch, aber im Allgemeinen in geringerem Grade eingetreten waren. Einmal schien es mir als wäre die geschüttelte Portion, obwohl sie mehr NH_3 entwickelte, weniger lackfarben als die ungeschüttelte.

Ich kann nicht umhin hier noch einmal darauf aufmerksam zu machen, daß ich nicht behaupte, die Fäulniß des Blutes werde durch die Bewegung desselben beschleunigt. Da noch Niemand eine haltbare Definition der Fäulniß gegeben hat, fand ich es angezeigt von derselben weder hier, noch im Vorhergehenden zu sprechen, sondern immer nur die Ammoniakentwickelung im Auge zu haben. Da ich über diese, andere Experimentatoren über jene Untersuchungen anstellten, so mögen sich daraus manche Widersprüche erklären, die ich bei Beschreibung meiner Versuche zwar als solche erwähnen mußte, die dies aber vielleicht nicht immer sind.

Organismen.

In all meinen Versuchen, bei welchen das Blut, Eiweiß oder Serum, mit Luft, Wasserstoff oder Sauerstoff (für Stickstoff und Kohlensäure kann ich es nicht angeben) in Berührung waren, zeigten sich immer dieselben Organismen in der untersuchten Flüssigkeit. Sie bildeten an deren Oberfläche ein Häutchen, welches sich als Ring von grüngelber Farbe an das Gefäß anlegte. Herr Prof. Karsten hatte die Güte mir dieselben zu bestimmen und erklärte sie theils für Bacterien, theils für Vibrionen, Micrococcus und Leptothrix.

Über die Wärmecapacität des Wassers in der Nähe seines Dichtigkeitsmaximums.

Von L. Pfaundler und Ingo Platter.

(Mit 2 Holzschnitten.)

A. Unsere früheren Messungen.

In der Festschrift zur dreiundvierzigsten Naturforscherversammlung hatten wir eine Anzahl von vorläufigen Versuchen veröffentlicht, welche den Zweck hatten zu ermitteln, ob sich die von uns aus theoretischen Gründen vermuthete Abweichung der Capacität des Wassers in der Nähe seines Dichtigkeitsmaximums auf dem Wege von Mischungsversuchen nachweisen lasse.

Unsere ziemlich zahlreichen Messungen führten bei der Berechnung zu der Formel:

$$c = 1 - 0{\cdot}095524\,t + 0{\cdot}053564\,t^2 - 0{\cdot}007035\,t^3 + 0{\cdot}000271\,t^4.$$

Entsprach auch die nach dieser Formel construirte Curve den Capacitäten in Bezug auf die Richtung der Abweichungen unseren Erwartungen, so überraschte sie doch zu sehr durch die Größe derselben, indem sich zwischen 6 und 7° Celsius ein Maximum der Capacität = 1·194, also eine Abweichung von nahezu $^1/_5$ ergeben würde. Die weitgehenden, zum Theil unangenehmen Folgerungen, die sich aus dieser Entdeckung hätten ergeben müssen, so wie die noch keineswegs ausreichende Genauigkeit unserer, wenn auch mit Sorgfalt ausgeführten Versuche veranlaßte uns daher, am Schluße der Abhandlung die erhaltenen Resultate als der nöthigen Sicherheit entbehrend zu bezeichnen und genauere Messungen in Aussicht zu stellen.

Im Winter 1869/70 wiederholten wir unsere Mischungsversuche mit einem neuen Geißler'schen Thermometer, das in $^1/_{50}$° Celsius

getheilt war. Die erhaltenen Resultate stimmten zum Theil recht gut mit unserer Formel, weichen aber zum Theil auch beträchtlich davon ab; keineswegs aber ließen sie sich mit einer Constanz der Capacität zusammenreimen.

Wir unterzogen darauf sowohl das neue als das im vorigen Winter benützte Thermometer neuerdings einer umfassenden Vergleichung mit einem in $^1/_{10}$°Celsius getheilten Normalthermometer von Geißler, dessen Fundamentalpunkte und Kaliber sorgfältig geprüft worden waren. Diese Vergleichung dauerte mehrere Tage lang, da wir die Temperatur des Bades unter stetem Rühren sehr langsam steigen und sinken ließen. Die erhaltenen Correcturen waren sehr klein und erklärten nicht im Entferntesten die Abweichungen der Mischungstemperatur.

Wir unternahmen nun daneben Versuche nach der von Einem von uns früher beschriebenen Methode mittelst des elektrischen Stromes [1]). Die so erhaltenen Resultate stimmten nun mit unserer Formel gar nicht überein, sondern ließen vielmehr die Capacität als sehr nahe constant erscheinen. Während wir noch damit umgingen, durch Eintauchen erhitzter mit Quecksilber gefüllter Glaskugeln [2]) mit dünnem Stiel entscheidende Resultate zu erhalten, erschienen in den Märzheften des Comptes rendus die Abhandlungen von Hirn, Jamin und Régnault über denselben Gegenstand.

Die Untersuchungen von Hirn, ausgeführt mit dem genialen Geschicke und der gewissenhaften Genauigkeit, welche diesem Physiker eigen ist, widerlegten die Resultate unserer Mischungsversuche, bestätigten dagegen die, welche wir mittelst des elektrischen Stromes erhalten hatten. Sie ergaben nämlich ein bei weitem langsameres Ansteigen der Capacität als nach unserer Formel, doch auch ein rascheres, als nach der Formel von Régnault.

Die Messungen von Jamin wurden nach einer Methode ausgeführt, die im Wesentlichen mit der oben erwähnten, auf Anwendung eines elektrischen Stromes basirten, übereinstimmt. Jamin hat

---

[1]) Diese Sitzungsber. Band LIX. Jänner-Heft 1869.

[2]) Eine Methode, die sehr viel Ähnlichkeit mit der von Hirn später zu erwähnenden besitzt. Sie wurde von uns im verflossenen Winter in einer Sitzung der Innsbrucker naturwissensch.-medicinischen Gesellschaft vorgetragen.

diese Methode unabhängig, jedoch über ein Jahr später aufgefunden. Die von ihm mitgetheilten Resultate stimmen mit den von uns auf elektrischem Wege gefundenen überein, indem sie ebenfalls kein Maximum erkennen lassen, sondern die Capacität constant ergeben.

Régnault endlich machte, veranlaßt durch die oben erwähnten Publicationen von Hirn und Jamin eine Mittheilung über Versuche, die er vor längerer Zeit unternommen, aber leider nicht publicirt hatte. Ebenfalls überzeugt, daß die Capacität des Wassers durch die Anomalie der Dichte beeinflußt werden müsse, hatte er durch sehr sinnreiche und exacte Versuche diesen Einfluß zu ermitteln gesucht. In der That hatten einige derselben die Existenz solcher Abweichungen angedeutet, allein sie waren so gering, daß er davon abstand, darüber etwas zu veröffentlichen. Aus dem Allen geht hervor, daß die Wärmecapacität des Wassers in der Nähe seines Dichtigkeitsmaximums nur geringe Abweichungen haben könne.

Wie sollen wir uns aber die Abweichungen unserer nahe an 200 Mischungsversuche erklären, welche entschieden eine gewisse Regelmäßigkeit zeigen und die Ablesefehler bei weitem übersteigen? Ehe wir uns der von Hirn vorgeschlagenen Erklärung anschließen wollten, mußten wir noch einmal nach anderen Fehlerquellen suchen. Es gelang uns endlich eine solche aufzufinden. Im Interesse Solcher, die sich mit ähnlichen Versuchen beschäftigen, glauben wir dieselbe hier mittheilen zu sollen.

Allen Physikern, die sich mit Thermometern beschäftigen, ist sehr wohl bekannt, daß dieselben sehr oft den wahren Nullpunkt verändern. Mißt man daher eine Temperaturdifferenz mittelst zweier Thermometer, in der Weise, daß man an dem einen die untere, am andern die obere Temperatur abliest, so ist man stets in Gefahr einen Fehler zu begehen, wenn man nicht fortwährend die beiden Instrumente vergleicht.

Wir hielten es daher für sicherer, mit ein und demselben Instrumente alle drei Temperaturen zu messen, und so den Einfluß des falschen Nullpunktes zu eliminiren. Wir verfuhren also folgendermaßen:

Zuerst senkten wir das Thermometer in das kältere Wasser, welches in Bewegung erhalten wurde. Nachdem wir uns überzeugt, daß dasselbe innerhalb einer Zeitdauer die jedenfalls länger war, als die Zeit, die bis zur Ablesung der Mischungstemperatur verstrich,

keine merkliche Temperaturerhöhung mehr erlitt, übertrugen wir das Thermometer rasch ins wärmere Wasser, warteten daselbst mit Ablesen nicht länger als eben nöthig war, um das Thermometer constant werden zu lassen, und gossen dann gleich die Wassermengen zusammen. In die Mischung senkten wir dasselbe Thermometer, dessen Stand wir unter Umrühren beobachtet bis er constant geworden.

Indem wir so einen Fehler vermeiden wollten, führten wir einen anderen herbei, der viel gefährlicher wurde.

Senkt man nämlich ein feines Thermometer, das zuvor in wärmerem Wasser gestanden, in kälteres, so bleibt die Quecksilberkuppe zu hoch stehen. Umgekehrt bleibt sie zu tief, beim Überlangen in wärmeres Wasser. Erschüttern des Instrumentes verkleinert den Fehler nur, hebt ihn aber nicht auf. Bei unserem Verfahren wirkt nun aber dieser Fehler in dreifacher Weise, so daß sich sein Einfluß auf das Resultat vervielfältigt.

Man mißt zuerst die Temperatur des kälteren Wassers t, das Thermometer zeigt hiebei, da es lange in diesem Bade verbleiben konnte, und meistens mit demselben noch etwas stieg, jedenfalls (nach Abzug der Nullpunktscorrection) nahe die Temperatur t. Dann mißt man das wärmere Wasser, dessen Temperatur t' sei, das Thermometer zeigt nun statt dessen $t'-r$, endlich mißt man die Mischungstemperatur τ, das Thermometer zeigt statt dessen $\tau+r$. Man mißt also das obere Temperaturintervall um $2r$ zu klein, das untere um r zu groß, welche Fehler im gleichen Sinne wirken und verursachen, daß man die Capacität innerhalb des oberen Intervalles zu hoch berechnet. Sind die Wassermengen gleich groß und nimmt man die Capacität constant an, so berechnet man aus den beiden vor der Mischung abgelesenen Temperaturen t und $t'-r$ die Mischungstemperatur $\frac{t+t'}{2}-\frac{r}{2}$, die abgelesene Mischungstemperatur dagegen ist $\tau+r=\frac{t+t'}{2}+r$. Die Differenz der beobachteten und berechneten Mischungstemperatur beträgt also: $1\frac{1}{2}r$, und zwar müssen die beobachteten um diesen Betrag höher sein.

Unsere beobachteten Temperaturen sind nun in der That stets höher als die berechneten, mit Ausnahme einer geringern Anzahl von Versuchen, bei welchen aus besonderer Veranlassung in umgekehrter

Weise verfahren, nämlich das wärmere Wasser zum kältern gegossen und daher die Reihenfolge der Temperaturablesungen ebenfalls umgekehrt wurde.

Nach dieser zweiten Art zu experimentiren liest man zuerst die Temperatur des wärmeren Wassers t' ab, dann die kältere t, statt welcher man findet $t + r$, dann die Mischungstemperatur τ, wofür man findet $\tau - r$. Man findet demnach offenbar das untere Intervall zu klein im Verhältniß zum oberen, und daher die Capacität innerhalb des unteren Intervalles zu groß im Verhältniß zu der im oberen Intervall.

Daß wir dieses entgegengesetzte Verfahren gerade bei jenen Versuchen einschlugen, bei welchen die obere Temperatur über 7°C. lag, hatte zur Folge, daß wir die Capacitäten von dort an wieder abnehmend fanden.

Zum Nachweis und zur Messung dieses Fehlers führten wir folgende Versuchsreihen aus:

Ein sehr großes Gefäß wurde mit schlechten Wärmeleitern umgeben, und in das darin enthaltene Wasser, welches fortwährend in Bewegung erhalten wurde, ein empfindliches Thermometer A, eingetaucht. Knapp daneben war ein zweites Thermometer B, das nämliche Instrument, das zu unseren Messungen gedient hatte, befestigt. Nach längerem Verweilen wurde nun der beiderseitige Stand abgelesen, dann das Thermometer B herausgenommen, einige Zeit in wärmeres oder kälteres Wasser getaucht, dann rasch wieder an die Seite des Thermometers A zurückgebracht. War die frühere Differenz der beiden Instrumente Δ, so war sie jetzt Δ' und die Größe $\Delta - \Delta' = r$ ist dann der Fehler, der durch das Zurückbleiben der Quecksilbersäule hervorgebracht wurde, und den wir Retardation nennen wollen.

Die nachfolgende Tabelle enthält zwei solche Versuchsreihen. Bei der ersten wurde das Thermometer B zuvor in ein wärmeres, bei der zweiten in ein kälteres Bad gebracht. Die aus den Differenzen berechnete Retardation ist unter r zu ersehen.

Tafel I.

Das Thermometer sinkt bis zur abgelesenen Temperatur.

Nr.	Temper. d. Bades für die Vergleichung d. Therm.	Temper. des Therm. *B* vor dem Eintauchen mit *A*	Retardation *r*
1	1·52°C.	12·59	0·06
2	1·54	12·59	0·11
3	1·60	12·60	0·08
4	1·645	12·60	0·095
5	1·68	12·60	0·08
6	1·905	10·80	0·085
7	1·925	10·80	0·065
8	1·97	10·84	0·03
9	2·16	6·50	0·08
10	2·19	5·60	0·07
11	2·215	5·20	0·055
12	2·23	5·00	0·04
13	2·26	5·00	0·07
14	2·29	5·00	0·06
15	2·30	5·00	0·06
16	2·83	11·10	0·07
17	2·83	11·15	0·07
18	2·85	11·20	0·06
19	5·53	12·38	0·07
20	5·54	12·40	0·06
21	5·545	12·40	0·055
22	5·555	12·40	0·065
23	5·56	12·40	0·07
24	5·58	12·40	0·09
25	5·615	12·41	0·085
26	6·17	12·60	0·03
27	6·18	12·62	0·03
28	6 23	13·64	0·03

Arithm. Mittel mit Ausnahme der letzten drei Zahlen = 0·0654

Tafel II.

Das Therm. steigt bis zur abgelesenen Temperatur.

Nr.	Temper. d. Bades für die Vergleichung d. Therm.	Temper. des Therm. *B* vor dem Eintauchen mit *A*	Retardation *r*
1	2·43	1·00	—0·02
2	2·47	1·00	—0·03
3	2·50	0·50	—0·03
4	2·515	0·50	—0·025
5	2·54	0·50	—0·02
6	2·58	1·40	—0·03
7	2·63	2·50	—0·02
8	5·72	0	—0·02
9	5·72	0	—0·02
10	5·73	0	—0·02
11	5·735	0·3	—0·025
12	5·735	0·3	—0·025
13	5·83	—2·5	—0·04
14	5·84	—1	—0·02
15	5·86	—1	—0·02
16	6·30	3·45	—0·01
17	6·32	4	—0·01
18	6·335	4·1	—0·015

Arithm. Mittel = — 0·022

Aus diesen Versuchen läßt sich Folgendes ersehen:

1. Die Retardation beim Herabgehen des Quecksilberfadens ist unregelmäßiger und (im Mittel 3mal) größer als beim Hinaufsteigen. Es ist dies auch begreiflich, da beim Ansteigen die Quecksilbersäule dem Drucke der Ausdehnung weichen muß, während sie beim Sinken Lücken lassen kann.
2. Die Retardation nimmt ab mit der absoluten Höhe der Temperatur. Dies läßt vermuthen, daß die größere Länge des Fadens von geringerem Einfluß auf die Reibung sein müsse, als die mindere Dünnflüssigkeit des Quecksilbers bei tieferen Temperaturen.

Es folgt aus 1. auch noch, daß der Fehler in der Messung der Mischungstemperatur bei der ersten Art zu experimentiren größer sein müsse, als bei der zweiten; denn nennen wir die Retardation beim Sinken r'', beim Steigen r', so hat man im ersten Fall:

statt	$t,\ t'$ und τ
abgelesen	$t,\ t'-r'$ und $\tau+r''$.

Man berechnet also die Mischungstemperatur

$$=\frac{t+t'}{2}-\frac{r'}{2}$$

und beobachtet dieselbe

$$=\tau+r''=\frac{t+t'}{2}+r'',$$

der Unterschied beträgt daher:

$$r''+\frac{r'}{2}.$$

Bei der zweiten Art zu experimentiren hat man

statt	$t',\ t$ und τ
abgelesen	$t',\ t+r''$ und $\tau-r'$.

Man berechnet daher die Mischungstemperatur

$$=\frac{t'+t}{2}+\frac{r''}{2}$$

und beobachtet dieselbe

$$= \tau - r' = \frac{t+t}{2} - r'$$

der Unterschied beträgt also

$$-\left(r' + \frac{r'}{2}\right).$$

Nimmt man, wie die obigen Versuche ergaben r'' 3mal so groß als r', so ist Abweichung

im ersten Falle

$$3^1/_2 r'$$

im zweiten Falle

$$-2^1/_2 r'.$$

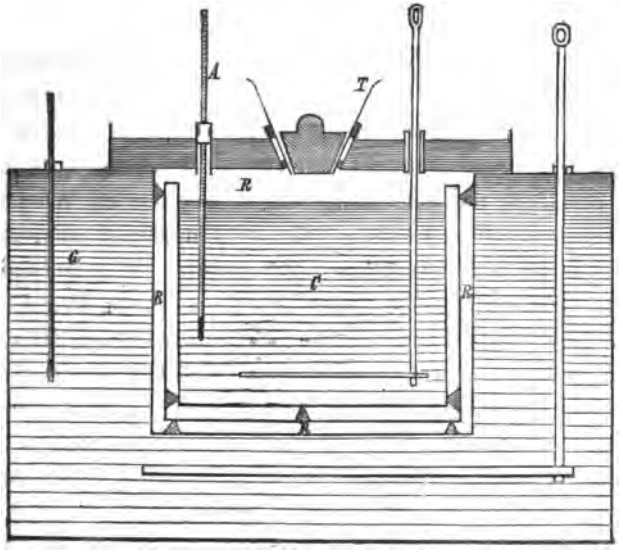
Dies stimmt nun insofern mit unseren Beobachtungen überein, als die Mischungen nach der ersten Art stets größere und positive Werthe ergaben, während die nach der zweiten meistens negativ waren, oder doch nur kleine positive Werthe erhielten. Die Abweichungen sind aber ihrer absoluten Größe nach, sowie auch in Bezug auf das stärkere Überwiegen der positiven Werthe, durch die Retardation allein nicht ganz zu erklären, so daß sich also nach Abrechnung der letztern immer noch eine Änderung der Capacität als Einfluß nehmend ergibt. Statt nun die früheren Versuche in diesem Sinne umzurechnen, zogen wir vor neue anzustellen, bei denen der Einfluß der Retardation gar nicht platzgreifen konnte, und auch sonst das Verfahren genauer war.

B. Neue Messungen.

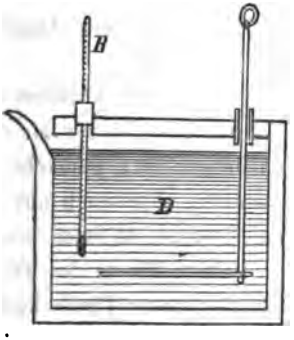
Bei denselben wurde nachstehend ersichtlicher Apparat benützt:

Man erkennt daselbst das Calorimeter C, worin die Mischung stattfand, welches zur Verhinderung eines Einflusses der Bethauung doppelte Wände hatte, zwischen denen ein trockenes Luftquantum hermetisch eingeschlossen war. Dieses Calorimeter wurde in den ringsum von kaltem Wasser umgebenen Raum R versenkt. Die in

dem Gefäß G enthaltene Wassermenge betrug ungefähr 60 Litre, sie war außerdem noch mit einer Schichte von Sägespänen (in der



Zeichnung weggelassen) umgeben. Von oben war der Raum durch ein flaches Gefäß abgeschlossen, welches ebenfalls kaltes Wasser enthielt, dessen Temperatur mit der in G auf gleicher Höhe erhalten wurde. In der Mitte besaß dieses Gefäß eine weite Öffnung, in welche ein sehr dünnwandiger Trichter aus Messingblech T so eingesetzt werden konnte, daß seine unmittelbare Berührung mit dem kalten Gefäße durch dazwischen gelegte Korkstücke gehindert wurde. Die Trichteröffnung wurde außerdem durch einen Kork verschlossen. Außerdem waren noch zwei Öffnungen für das Thermometer und den Rührer vorhanden. Ein anderes Thermometer und ein größerer Rührer standen im äußeren Gefäße.



In diesem Apparate konnte nun die Umgebung des Calorimeters und daher auch das in demselben enthaltene gewogene kalte Wasser sehr lange Zeit auf völlig constanter Temperatur erhalten werden.

Das Thermometer *A* wurde vor dem Einsenken in das Calorimeter eine Zeit lang in Eiswasser getaucht, damit es von unten ansteigend die zu messende Temperatur erreichte, welche es, da es lange darin verweilen konnte, genau zu messen gestattete.

Das wärmere Wasser wurde in dem daneben gezeichneten mit doppelten Wänden und Deckel versehenen Blechgefäße *D* mit Handhabe (diese ist in der Zeichnung weggelassen) auf die gewünschte Temperatur gebracht und dann gewogen. Durch späteres Zurückwägen ermittelte man die Menge des ausgegossenen Wassers. Die Temperatur desselben wurde so nahe der Umgebungstemperatur gewählt, daß sie ebenfalls längere Zeit constant blieb und daher mit dem Thermometer *B* genau gemessen werden konnte. Wir arbeiteten deßhalb theilweise in einem kühlen Kellerraume. Auch das Thermeter *B* war zuvor in kälteres Wasser gestellt worden und wurde während des Umrührens abgelesen.

Das Eingießen durch den Trichter dauerte nur wenige Sekunden. Durch Umrühren wurden die Wassermengen gemischt, das Thermometer *A* erreichte ebenfalls von unten herauf die Mischungstemperatur, die abgelesen wurde, sobald die Quecksilberkuppe nicht mehr weiter anstieg. Nach jedem Versuche wurden dann die beiden Thermometer nebeneinander und zwar unter gleichen Bedingungen, nämlich von unten ansteigend mit einander verglichen, um die Angaben des Instrumentes *B* auf die von *A* reduciren zu können.

Auf diese Weise glauben wir den Fehler der Retardation eliminirt und die Messung der Temperatur t und t' so sicher als dies mit Quecksilberthermometern überhaupt möglich ist, gemacht zu haben. Die Mischungstemperatur τ allein konnte, aber auch nur um sehr wenig, fehlerhaft sein. Das einfließende warme Wasser konnte nämlich ein Bischen Wärme an die untern, kältern Theile des Trichters abgeben. Bei dem geringen Wasserwerthe dieser Theile kommt dieser Fehler, wie sich leicht berechnen läßt, nicht mehr in Betracht; wäre er aber noch von Einfluß, so müßte er die beobachtete Mischungstemperatur erniedrigen.

Wichtiger ist die zweite Fehlerquelle, die darin liegt, daß hier die Mischungstemperatur der Umgebungstemperatur des Calorimeters nicht mehr gleich, sondern tiefer liegend ist. Nun konnte man zwar durch fortgesetzte Temperaturablesungen in gemessenen Zeitinter-

vallen hinreichend erkennen, daß dieser Einfluß innerhalb der Zeit vom Eingießen bis zum Ablesen von τ nur äußerst wenig beträgt. Jedenfalls aber würde hieraus gleichfalls nur eine Erniedrigung von τ folgen. Wir können daher um so sicherer behaupten, daß die Werthe von τ nicht zu hoch sind.

Hieraus folgt aber, daß die berechneten Wärmecapacitäten der oberen Intervalle sicher nicht zu groß im Verhältnisse zu den unteren sind, daß also das Ansteigen der Capacität mit der Temperatur eher zu langsam, als zu rasch gefunden werden mußte.

Die folgende Tabelle enthält nun die Resultate dieser Versuche. Die mit P, P, t, t', τ, τ' und $\tau - \tau'$ überschriebenen Columnen brauchen keine Erklärung. Die nächste Columne enthält die arithmetischen Mittel aus t und τ und aus τ und t'. Ist die Curve der Capacitäten nahezu eine Gerade, so kann man die mittleren Capacitäten zwischen t und τ' und zwischen τ und t' nahe gleich setzen den Capacitäten der Mittel aus den Temperaturen. Die vorletzte Columne enthält die unter dieser Voraussetzung berechneten Verhältnisse der Capacitäten und die letzte die Zunahmen der Capacität per 1° Celsius von dem ersten Mittel zum zweiten.

Nr.	P Gewicht des Wassers im Calorimeter in Grammen	P' Gewicht des zugegossenen Wassers in Grammen	t Temperatur zu P	t' Temperatur zu P'	τ Temperatur der Mischung beobachtet
1	1436·2	1432·0	0·96	6·51	3·74
2	1442·5	1442·5	0·36	8·65	4·505
3	1411·9	1410·4	1·41	6·94	4·18
4	1435·8	1433·3	0·71	10·965	5·825
5	1486·3	1484·2	1·48	9·595	5·558
6	1425·1	1422·9	1·84	9·435	5·67
7	1407·3	1406·6	3·26	7·335	5·311
8	1431·4	1431·0	3·995	9·355	6·675
9	1430·8	1429·7	5·453	9·554	7·49
10	1432·9	1431·9	5·845	13·778	9·744
11	1439·7	1438·4	6·275	13·296	9·754

Aus diesen Werthen ersieht man Folgendes:

1. Die Differenzen $\tau - \tau'$ sind so klein, daß sie die möglichen Versuchsfehler nur wenig übersteigen; es läßt sich also *mit voller* Strenge allerdings aus diesen Versuchen *kein* Beweis für eine merkliche Änderung der Capacität innerhalb der ersten 11 Grade schöpfen.
2. Dennoch muß zugegeben werden, daß diese Versuche einen Einfluß der Dichtigkeitsanomalie in der von uns vermutheten Richtung *sehr wahrscheinlich* machen. Die gefundenen Abweichungen stimmen nämlich *der Richtung nach* auffallend mit unsern früher veröffentlichten Messungen überein, wenn sie auch der Größe nach sehr zurückbleiben.

Wir erlauben uns mit Rücksicht auf diesen zweiten Punkt Folgendes anzuführen. Unsere frühere Curve erreicht vor 7° das Maximum und senkt sich nach 11° wieder zur ursprünglichen Höhe nieder. Es müssen also hiernach alle Mischungsversuche innerhalb solcher Temperaturintervalle, welche zum größern Theile in den aufsteigenden Theil der Curve fallen, positive Werthe für die Zahlen der letzten Columne liefern; wogegen dieselben negativ ausfallen müssen für Mischungsversuche, welche mit dem Intervall in den absteigenden Ast fallen. Theilt man nun die Versuche nach diesem Gesichtspunkte in zwei Gruppen, so müssen Nr. 1 bis inclusive Nr. 8 positive,

τ' Temperatur der Mischung berechnet für $C = 1$	Differenz $\tau - \tau'$	$\frac{t+\tau}{2}$; $\frac{\tau+t'}{2}$	Verhältniß der Wärmecapacitäten von t bis τ und τ bis t'	Zunahme der Wärmecapacität per 1° Cels.
3·711	+0·029	2·35 ; 5·123	$C' = 1·01817\ C$	$\Delta C' = 0·00655\ C$
4·481	+0·024	2·433 ; 6·578	$C' = 1·01151\ C$	$\Delta C' = 0·00278\ C$
4·157	+0·023	2·795 ; 5·56	$C' = 1·01647\ C$	$\Delta C' = 0·00596\ C$
5·803	+0·022	3·268 ; 8·395	$C' = 1·00838\ C$	$\Delta C' = 0·00163\ C$
5·511	+0·047	3·519 ; 7·576	$C' = 1·02303\ C$	$\Delta C' = 0·00568\ C$
5·612	+0·058	3·755 ; 7·553	$C' = 1·03069\ C$	$\Delta C' = 0·00808\ C$
5·285	+0·026	4·285 ; 6·323	$C' = 1·02579\ C$	$\Delta C' = 0·01265\ C$
6·659	+0·016	5·335 ; 8·015	$C' = 1·01188\ C$	$\Delta C' = 0·00445\ C$
7·491	−0·001	6·472 ; 8·522	$C' = 0·99912\ C$	$\Delta C' = -0·00046\ C$
9·786	−0·042	7·795 ; 11·761	$C' = 0·97882\ C$	$\Delta C' = -0·00534\ C$
9·763	−0·009	8·015 ; 11·525	$C' = 0·99443\ C$	$\Delta C' = -0·00158\ C$

Nr. 9 bis Nr. 11 negative Werthe ergeben. Dies ist nun in der That der Fall.

Berechnet man die mittlere Änderung der Capacität in jeder der beiden Gruppen, so ist sie

in der 1. Gruppe 0·00597 per Grad
„ „ 2. „ −0·00246 „ „

Wären diese Zahlen ganz verläßlich, so wäre also auch die Existenz eines Maximums in der Nähe von 7° nachgewiesen. Mit Rücksicht auf die obige Bemerkung, daß die Versuche die Capacitäten der obern Intervalle eher zu klein als zu groß ergaben, wäre es immer noch denkbar, daß die negativen Werthe der Zunahmen in Wahrheit verschwinden, oder in sehr kleine positive zu verwandeln seien; dann aber bleibt statt des Maximums immer noch eine Ecke stehen, wo die Curve von größerer Steilheit zu geringerer übergeht.

Da auch Hirn eine größere Zunahme, als nach Regnault's Formel sich berechnet, gefunden, da endlich Regnault selbst eine derartige Abweichung in einigen Experimenten beobachtet hat, so sind wir geneigt, unsere Resultate für keinen Zufall zu halten, verzichten jedoch darauf, aus den vorliegenden Werthen jetzt schon eine neue empirische Formel zu berechnen.

C. Schlussbemerkungen.

Die Resultate unserer Untersuchung lassen sich also in folgende Punkte zusammenfassen.

I. Unsere früher veröffentlichten Messungen haben in Folge einer inzwischen entdeckten Fehlerquelle der angewendeten Methode viel zu große Abweichungen der Wärmecapacität des Wassers ergeben.

II. Unsere neueren Versuche ergaben noch immer Abweichungen in derselben Richtung, wie die früheren Messungen, sie sind aber zu klein, um mittelst der Quecksilberthermometer mit wünschenswerther Sicherheit nachgewiesen werden zu können.

III. Die neuen Messungen führten also zu Resultaten, welche mit denen von Régnault, Hirn und Jamin in keinem Widerspruche stehen.

Über Schopenhauer's Theorie der Farbe.

Ein Beitrag zur Geschichte der Farbenlehre.

Von dem c. M. Prof. **Johann Czermak** in Leipzig.

Herr Julius Frauenstädt, der Herausgeber der 3. Auflage [1]) der Schopenhauer'schen Schrift: „Über das Sehen und die Farbe" beklagt sich in seiner Vorrede nicht mit Unrecht, daß Schopenhauer's Farbentheorie, welche als eine „physiologische" „sowohl Goethe als Newton gegenüber" „eine selbstständige Stellung einnimmt" und in Wahrheit „ in einer Beziehung ebenso gegen Goethe, als in anderer gegen „Newton Front macht", noch gar keine Berücksichtigung und Würdigung von fachmännischer Seite erfahren habe [2]).

Indem ich die Originalität und wirklich überraschende und staunenswerthe Übereinstimmung der Schopenhauer'schen mit unserer modernen Young-Helmholtz'schen Farbentheorie im Folgenden darzulegen beabsichtige, will ich zunächst zu zeigen versuchen, wie es kommen konnte, daß Schopenhauer's Theorie bisher so beharrlich ignorirt wurde.

Diese für Herrn Frauenstädt so auffallende, sein Gerechtigkeitsgefühl so sehr empörende Thatsache erklärt sich nämlich, — wie mir scheint, — einfach aus dem Umstande, daß Schopenhauer von der ihm eigenthümlichen und wirklich bedeutenden physiologischen Theorie der Farbe ausgehend, doch schließlich nicht

---

[1]) Leipzig, F. A. Brockhaus 1870; die erste Auflage der Schrift datirt von 1816 (!) — die zweite, noch von Sch. selbst besorgte, aus dem Anfang der 50ger Jahre.

[2]) Die einzige zwar treffende, aber zu kurze Notiz über Sch.'s Farbentheorie, die ich kenne, findet sich in Prof. Pisko's populär-wissenschaftlicher Schrift: Licht und Farbe, 1869, pag. 404.

nur die Goethe'sche Erklärung der physischen Farben adoptirte, und — abgesehen von einigen Dilettanten und Malern — ganz allein die „Fahne der Goethe'schen Farbenlehre, im fruchtlosen Widerspruch mit der gesammten gelehrten Welt" unerschütterlich hoch emporhielt, sondern auch den Furor Antinewtonicus, wie ich das schon bei seinem Meister aufgetretene wunderliche psychologische Phänomen der absoluten „Verstockung" gegen exacte Lichtphysik nennen möchte, — in der krassesten Weise in seinen Schriften walten ließ.

In Folge dessen also galt und gilt Schopenhauer, einerseits als ein einfacher und unbedingter Nachbeter und Anhänger der Goethe'schen Farbenlehre, während er andererseits die unglaublichste Unwissenheit im Gebiete der Physik des Lichtes, auf die roheste Weise an den Tag legt, und in dieser Beziehung als vollkommen unzurechnungsfähig — als anachronitisches Curiosum, erscheint; — und deßhalb ist sein Büchlein von fachmännischer Seite ganz einfach gar nicht durchgelesen worden!

Auch kann es in der That keinem kundigen Leser zum Vorwurf gemacht werden, wenn er stutzig wird, und in einem Buche, welches von Farbentheorie handelt, höchstens zu blättern anfängt, sobald ihm der Autor gleich auf der zweiten Seite der Vorrede [1]) zwar die Versicherung gibt, er habe „40 Jahre Zeit gehabt seine Farbentheorie auf alle Weise und bei mannigfaltigsten Anlässen zu prüfen", aber sofort hinzusetzt: „jedoch ist meine Überzeugung von der vollkommenen Wahrheit derselben keinen Augenblick wankend geworden, und auch die Richtigkeit der Goethe'schen Farbenlehre ist mir noch ebenso einleuchtend als vor 41 Jahren, da er selbst mir seine Experimente vorzeigte."

In der That ein solches Bekenntniß provocirt ein so gegründetes Mißtrauen jedes kundigen Lesers gegen den Autor, daß es Niemand sonderbar finden darf, wenn eines solchen Autors Buch über Farbentheorie, im besten Falle nur flüchtig durchgeblättert wird! — selbst wenn der Autor Schopenhauer ist, oder vielleicht gerade deßhalb, weil Schopenhauer eben für Goethe's unmittelbaren und treuesten Schüler gilt, obschon Goethe selbst es

[1]) Zur zweiten Auflage 1854 (!).

freilich besser wußte, indem er ihm die unmuthigen Epigramme widmete:

„Trüge gern noch länger des Lehrer's Bürden"
„Wenn Schüler nur nicht gleich Lehrer würden;"

und

„Dein Gutgedachtes in fremden Adern",
„Wird sogleich mit dir selber hadern".

Vollends zu entschuldigen ist aber der Physiker, daß er ein solches Buch sofort zuschlägt und ungelesen für immer aus der Hand legt, wenn er beim flüchtigen Durchblättern eine der überaus zahlreichen Stellen findet, wie etwa die folgende (l. c. pag. 88): „Übrigens hat man sich nicht bloß vor der Theorie dieser modernen Newton'schen Chromatologen zu hüten, sondern wird wohlthun, auch bei den Thatsachen und Experimenten zwei Mal zuzusehen."

„Da sind z. B. die Frauenhofer'schen Linien, von denen so viel Wesens gemacht worden ist und angenommen wird sie steckten im Lichte selbst, oder wären die Zwischenräume der gesonderten, äußerst zahlreichen, eigentlich homogenen Lichter, wären daher auch anders beschaffen, je nachdem es Licht der Sonne, der Venus, des Sirius, des Blitzes oder einer Lampe sei. Ich habe mit vortrefflichen Instrumenten wiederholte Versuche ganz nach Pouillet's Anweisung gemacht, ohne sie je zu erhalten; so daß ich es aufgegeben hatte, als mir zufällig die deutsche Bearbeitung des Pouillet von J. Müller in die Hände fiel. Dieser ehrliche Deutsche sagt aus, was Pouillet weislich verschweigt, nämlich, daß die Linien nicht erscheinen, wenn nicht eine zweite Spalte unmittelbar vor dem Prisma angebracht wird. Dies hat mich in der Meinung, welche ich schon vorher hegte, bestätigt, daß nämlich die alleinige Ursache dieser Linien die Ränder der Spalte sind: ich wünsche daher, daß Jemand die Weitläufigkeit nicht scheuen möge, ein Mal bogenförmige oder geschlängelte, oder fein gezahnte Spalten verfertigen zu lassen, wo dann höchstwahrscheinlich, die Frauenhofer'schen Linien zum Skandal der gelehrten Welt, ihren wahren Ursprung durch ihre Gestalt verrathen werden, — wie ein im Ehebruch gezeugtes Kind, durch die Ähnlichkeit, seinen Vater."

„Ja, dies ist um so wahrscheinlicher, als es ein ganz gleiches Bewandtniß hat mit dem von Pouillet angegebenen Experiment, durch ein kleines rundes Loch das Licht auf eine weiße Fläche fallen

zu lassen, wo dann in dem sich darstellenden Lichtkreise eine Menge concentrischer Ringe sein sollen, die mir ebenfalls ausgeblieben sind und von denen ebenso der ehrliche Müller uns eröffnet, daß ein zweites Loch, vor dem ersten angebracht, dazu erfordert ist, ja hinzusetzt, daß wenn man statt dieses Loches, eine feine Spalte anwendet, dann statt der concentrischen Ringe parallele Streifen erscheinen. Da haben wir ja die Frauenhofer'schen Linien!"

„Ich kann nicht umhin, zu wünschen, daß ein Mal ein guter und unbefangener Kopf, ganz unabhängig von der Newton'schen Theorie und den mythologischen Ätherschwingungen, die gesammten von den französischen Optikern und dem Frauenhofer hoch aufgehäuften, so höchst complicirten Experimente, mit Inbegriff der sogenannten Lichtpolarisation und Interferenz, vornähme und den wahren Zusammenhang aller dieser Erscheinungen herauszufinden suchte." — Eine Stelle, wie diese, genügt doch wohl?!! —

Solche Stellen bodenlosesten physikalischen Unsinns sind aber wie gesagt, überaus häufig in Schopenhauer's Schrift; — der leidige Zufall hatte also offenbar ein sehr leichtes Spiel, um zu bewirken, daß dieselbe gerade von den wissenschaftlich competentesten Männern, selbst wenn sie sich eingehend mit der Beurtheilung resp. Verurtheilung der Goethe'schen Farbenlehre beschäftigten, ungelesen und ungewürdigt bleiben konnte.

Dies hätte Herr Frauenstädt erwägen und bedenken sollen (statt dem Verdacht Raum zu geben, die, Schopenhauer ignorirenden Naturforscher seien von persönlichen Motiven geleitet, welche wissenschaftlichen Charakteren fern liegen müßten), als er etwas ungestüm für seinen Meister in die Schranken trat, um auch auf diesem Gebiete jene Anerkennung für ihn zu erlangen, welche ihm auf anderen Gebieten endlich — wenn auch zu spät, — geworden ist, und welche er in der That auch hier, trotz alledem und alledem wirklich verdient.

Doch möchte ich, um Mißverständnissen vorzubeugen, sogleich die Bemerkung hinzufügen, daß alle diese späte Anerkennung dessen, was Schopenhauer Großes und Wahres speciell in Bezug auf die sinnliche Erkenntniß-Theorie, sowie auf die physiologische Theorie der Farbe producirte und in seinen Werken, bereits vor mehr als einem Menschenalter drucken ließ, etwas Mißliches hat.

Man wünscht und erreicht zwar damit der Persönlichkeit dieses gewaltigsten Denkers seit Kant allseitig gerecht zu werden, allein diese späte Gerechtigkeit gegen seine Person, würde sofort zur historischen Ungerechtigkeit gegen den wirklichen Entwickelungsgang der empirischen Wissenschaft, wenn man die moderne Physiologie der Sinne, deßhalb eines Plagiats an Schopenhauer verdächtigen und beschuldigen wollte, weil ihre Theorie des gegenständlichen Sehens und der Farbe mit den Anschauungen jenes isolirten Weltweisen wunderbar übereinstimmt.

Diese Übereinstimmung kann höchstens für die Wahrheit und Richtigkeit der gewonnenen Anschauungen sprechen, insofern diese eben auf zwei ganz verschiedenen und von einander unabhängigen, ja entgegengesetzten Wegen gewonnen wurden. Denn, um es ausdrücklich zu sagen, die mühsame empirische Forschung hat der philosophischen Speculation nichts entlehnt, sie hat vielmehr selbstständig zur Entwickelung jener Gedanken gedrängt und geführt, welche, ganz im Sinne Kant's, von Schopenhauer allerdings in prägnantester Weise und schon längst ausgesprochen waren.

Aber, wenn auch Schopenhauer's Schriften niemals publicirt und bekannt geworden wären, die Physiologie der Sinne stände heute genau auf demselben Standpunkt, auf welchem sie wirklich steht! Diesen verdankt sie weder Schopenhauer, noch der Philosophie überhaupt, sondern einzig und allein sich selbst, d. h. der exacten empirischen Erforschung der Natur.

Schopenhauer geht, im Gegensatze zu allen jemals entwickelten Farben-Theorien, von dem Grundsatze aus: „daß Helle, Finsterniß und Farbe, im engsten Sinne genommen, Zustände, Modificationen des Auges sind, welche unmittelbar bloß empfunden werden“ und fängt damit an die Farbe als physiologische Erscheinung zu untersuchen.

Diesen Weg der Betrachtung, der vom beobachteten Gegenstand auf den Beobachter selbst, vom Objectiven zum Subjectiven zurückgeht, behufs der Erforschung des Wesens der Farbe zuerst und mit vollem Bewußtsein seiner Neuheit und Tragweite, erfolgreich eingeschlagen zu haben, sichert dem Philosophen

Schopenhauer einen hervorragenden Ehrenplatz in der Geschichte der Farbenlehre.

Er selbst hebt es mit Recht hervor (pag. 40), daß sich dieser Weg der Betrachtung überhaupt „durch ein Paar der glänzendsten Beispiele in der Geschichte der Wissenschaften empfehlen und als der richtige beurkunden ließe: denn“

„Non aliter, si parva licet componere magnis“

„hat Kopernicus an die Stelle der Bewegung des ganzen Firmaments, die der Erde, und der große Kant an die Stelle der objectiv erkannten und in der Ontologie aufgestellten, absoluten Beschaffenheiten aller Dinge, die Erkenntnißformen des Subjects gesetzt. Γνωθι σαυτον stand auf dem Tempel zu Delphi“.

Nur darin irrt Schopenhauer gewaltig, wenn er glaubt, man müsse, solle und könne nur diesen Weg zuerst und ganz ausschließlich einschlagen, indem er (p. 21) sagt:

„Denn um regelrecht und überlegt zu Werke zu gehen muß man, ehe man zu einer gegebenen Wirkung die Ursache zu entdecken unternimmt, vorher diese Wirkung kennen lernen, weil man allein aus ihr Data zur Auffindung der Ursache schöpfen kann und nur sie die Richtung und den Leitfaden zu dieser gibt“ — und dann fortfährt: Newton's Fundamentalversehen war eben, daß er, ohne die Wirkung irgend genau und ihren inneren Beziehungen nach kennen zu lernen, voreilig zur Aufsuchung der Ursache schritt. Jedoch ist dasselbe Versehen allen Farbentheorien, von den ältesten bis auf die letzte[1]) von Goethe, gemeinsam: sie alle reden bloß davon, welche Modification der Oberfläche ein Körper, oder welche Modification das Licht, sei es durch Zerlegung in seine Bestandtheile, sei es durch Trübung oder sonstige Verbindung mit dem Schatten, erleiden muß, um Farbe zu zeigen, d. h. um jene specifische Empfindung im Auge zu erregen, die sich nicht beschreiben, sondern nur sinnlich wahrnehmen läßt.“

Unsere heutige Young-Helmholtz'sche Farbentheorie ist die thatsächliche Widerlegung des Schopenhauer'schen Glaubens an die allein seelig machende Richtung seines Weges; denn sie ist rein auf der Bahn des Newton'schen Weges entstanden, und hat

[1]) 1810; Schopenhauer's Theorie erschien, wie gesagt, 1816.

nichtsdestoweniger zu jenem Resultat geführt, welches Schopenhauer, allerdings in ganz allgemein gehaltener Formulirung, so zu sagen, anticipirt und schon 1816 ausgesprochen hat; aber die moderne Theorie bietet freilich ein noch viel reicheres und tieferes Detail dar, von dem sich Schopenhauer's Theorie nichts träumen lassen konnte, weil eben ihr Autor in seinem Furor Antinewtonicus die ganze Physik des Lichtes, d. h. Alles was die sorgfältigsten Messungen und die exactesten Versuche, über Wellenlänge, Schwingungszahl, Verschiedenheit der Brechbarkeit der Ätherwellen, Mischung und Trennung homogener Lichtstrahlen etc. etc. seit den Zeiten Newton's ergeben haben, mit wahrer Brutalität, für eitel Trug und Schwindel erklärte, und dafür die, physikalisch genommen, völlig sinnlose Goethe'sche Lehre adoptirte.

Es hat jedoch die Goethe'sche Lehre mit der Schopenhauer eigenthümlichen und in den Hauptzügen richtigen physiologischen Farbentheorie gar nichts zu thun, obschon Schopenhauer selbst dem großen und für das traurige Schicksal einer fortdauernden Ignorirung seiner Theorie, so folgenschweren Irrthum verfallen war, er sei, von seiner Theorie ausgehend, in der Lage über die Richtigkeit der Newton'schen und der Goethe'schen Erklärung der physischen Farben „a priori" urtheilen zu können, und sich für die letztere entscheiden zu müssen, während er es einen „unglücklichen Gedanken" nennt (pag. 69) „wollte man eine Vereinigung derselben" — (nämlich seiner Theorie), — „mit der Newton'schen bewerkstelligen"!

Und doch ist diese Vereinigung seiner Theorie mit der Newton'schen, so natürlich und selbstverständlich, da eine Wahrheit einer zweiten Wahrheit nicht widersprechen kann, — so erfolgreich und bedeutungsvoll, da diese Vereinigung durch und in der epochemachenden und — soweit es sich vorläufig übersehen läßt — abschließenden Young-Helmholtz'schen Theorie, wenn man will, vollzogen und realisirt erscheint.

Aber die Schuld jenes großen und verhängnißvollen Irrthums, den Schopenhauer begangen hat, liegt wieder nur an der unbegreiflichen Verblendung und „Verstockung" des großen Mannes gegen den Newtonismus überhaupt, und an dem speciellen Mißverständniß, als ob Newton gelehrt und gemeint hätte, die Farben als solche existirten in einer bestimmten Zahl, 7 oder x, irgendwo

außer dem Auge, „rein objectiv“, in bestimmten Verhältnissen, nach bestimmten Gesetzen gemischt, — „und würden nun ganz fertig dem Auge überliefert.“

Dieses specielle Mißverständniß Schopenhauer's ist um so weniger zu entschuldigen, als Goethe selbst, in dem berüchtigten polemischen Theil seiner Farbenlehre §. 456, — freilich nicht ohne sogleich einige der gewohnten beißenden und wegwerfenden Bemerkungen gegen Newton folgen zu lassen — die wahrhaft classische und bewunderungswürdige „Definition“ aus den Newton'schen, Optics wörtlich citirt, welche keinen Zweifel über Newton's wahre und eigentliche Meinung zuläßt.

Newton sagt daselbst ausdrücklich:

„Das homogene Licht, die homogenen Strahlen, welche roth erscheinen oder vielmehr die Gegenstände so erscheinen machen, nenne ich rubrific oder rothmachend; diejenigen durch welche die Gegenstände gelb, grün, blau, violett erscheinen, nenne ich gelbmachend, grünmachend, blaumachend, violettmachend, und so mit den übrigen. Denn, wenn ich manchmal von Licht und Strahlen rede, als wenn sie gefärbt oder von Farben durchdrungen wären, so will ich dieses nicht philosophisch und eigentlich gesagt haben, sondern auf gemeine Weise, nach solchen Begriffen, wie das gemeine Volk, wenn es diese Experimente sähe, sie sich vorstellen könnte. Denn, eigentlich zu reden, sind die Strahlen nicht farbig, es ist nichts darin als eine gewisse Kraft und Disposition das Gefühl dieser oder jener Farbe zu erregen: denn wie der Klang der Glocke, einer Musiksaite, eines anderen klingenden Körpers nichts als eine zitternde Bewegung ist, und in der Luft nichts als diese Bewegung, die vom Object fortgepflanzt wird, und im Sensorium das Gefühl dieser Bewegung unter der Form des Klanges; eben so sind die Farben der Gegenstände nur eine Disposition diese oder jene Strahlen häufiger als die übrigen zurückzuwerfen, in den Strahlen aber ist nichts als ihre Disposition, diese oder jene Bewegung bis zum Sensorium fortzupflanzen, und im Sensorium sind es Empfindungen dieser Bewegungen, unter der Form von Farben.“

Sollte man es für möglich halten, daß diese sonnenklare Offenbarung des Newton'schen Genius, welche Goethe (l. c. §. 457) eine „wunderliche theoretische Stelle“ zu nennen wagt, jemals mißverstanden werden konnte?! Und wo findet sich nach dieser „Definition“ noch eine Spur eines principiellen Hindernisses, die Vereinigung des Newtonismus mit der physiologischen Farbentheorie von Schopenhauer zu bewerkstelligen?!

Doch es ist Zeit, nach allen diesen vorläufigen Bemerkungen, endlich den wahren und wesentlichen Kern der Schopenhauer'schen Farbentheorie darzulegen, und Schritt für Schritt mit unserer modernen Farbenlehre zusammenzuhalten.

Ich habe schon erwähnt, daß Schopenhauer von dem Satze [1]) ausgeht, daß „Helle, Finsterniß und Farbe Zustände, Modificationen des Auges sind, welche unmittelbar bloß empfunden werden,“ und daß er den durchaus originellen, und an sich vollkommen berechtigten, nur in seiner Ausschließlichkeit unzulänglich werdenden Weg einschlägt: „sich zunächst an diese Empfindung selbst zu wenden, um zu erforschen, ob nicht aus ihrer Beschaffenheit und Gesetzmäßigkeit sich herausbringen ließe, worin sie an und für sich, also physiologisch, bestehe“ (pag. 22).

Alle Sensibilität ist ihm, nach der unbezweifelten Lehre der Physiologie, nie reine Passivität, sondern Reaction auf empfangenen Reiz, und demgemäß nennt er „die, dem Auge überhaupt eigenthümliche Reaction auf den äußeren Reiz, seine Thätigkeit, und zwar näher, die Thätigkeit der Retina.“

„Das die volle Einwirkung des Lichtes oder des Weißen empfangende Auge äußert die volle Thätigkeit der Retina, . . die Retina ist in voller Thätigkeit; mit Abwesenheit jener beiden aber, d. h. bei Finsterniß oder Schwarz, tritt Unthätigkeit der Retina ein [2])“ (pag. 23).

---

[1]) An dessen Richtigkeit schon zu seiner Zeit kein Einsichtiger mehr zweifelte und der sich sogar schon in der oben citirten „Definition“ Newton's angedeutet findet.

[2]) Das sind Sätze, welche wir heute noch unterschreiben. Die Beziehung zwischen Unthätigkeit der Retina und Finsterniß oder Schwarz ist wohl nie bezweifelt worden, und Schopenhauer hat sie nicht erst aufgefunden. Dagegen ist die Erklärung des Weißen, durch die volle Thätigkeit des Auges, in dem Sinne näm-

Die Thätigkeit der Retina hat Grade, in denen das Licht oder Weiß mit stetigem Übergange durch Halbschatten oder grau, der Finsterniß oder dem Schwarz sich annähert.

Diese Grade der verminderten vollen Thätigkeit der Retina bezeichnen eine bloß theilweise Intensität derselben [1]).

Schopenhauer findet nun, indem er die Beschaffenheit und Gesetzmäßigkeit jener subjectiven Erscheinungen untersucht, welche man die „complementären Nachbilder" nennt, sofort, daß die volle Thätigkeit der Retina oder Weiß, nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ theilbar sei, und daß diese Art der Theilung allemal „wirklich vollzogen wird, sobald dem Auge irgend eine Farbe, auf welchem Wege es auch sei, gegenwärtig ist" (pag. 26).

Denn biete man dem Auge statt einer weißen, eine irgendwie gefärbte Scheibe, so werde durch diese nicht mehr die volle Thätigkeit der Retina erregt, wie durch jene.

Die farbige Scheibe vermag eben nur einen Theil derselben hervorzurufen, den anderen zurücklassend; so daß jene Thätigkeit der Retina sich nunmehr qualitativ getheilt hat, und in zwei Hälften auseinander getreten ist, davon die eine sich als farbige Scheibe darstellt, die andere dagegen zurückbleibt und nun von selbst, auch ohne neuen Reiz, als anders gefärbtes Spectrum nachfolgt. Beide, die farbige Scheibe und das nachfolgende, anders gefärbte Spectrum, als die bei dieser Erscheinung getrennten qualitativen Hälften der vollen Thätigkeit der Retina sind zusammengenommen dieser gleich, d. h. Weiß. Schopenhauer

---

lich, in welchem, wie man später sehen wird, er das Wort „voll" nimmt, seiner Theorie eigenthümlich. Diese Erklärung des Weißen stimmt aber vollkommen mit unserer heutigen Theorie überein. Auch wir betrachten das Weiße in demselben Sinne wie Schopenhauer, als den Empfindungsausdruck der vollen Thätigkeit der Retina, nur können wir, nach unserer Hypothese, noch die detaillirtere und tiefere Auskunft geben, daß die volle Thätigkeit der Retina in der gleichzeitigen und gleichmäßigen Erregung aller drei Fasergattungen, der roth empfindenden, der grün empfindenden und der violett-(blau?) empfindenden, bestehe.

[1]) Auch die Young Helmholtz'sche Theorie erklärt weiß, grau, schwarz als bloß quantitative oder intensive Abstufungen, resp. Verminderungen jener „vollen" Thätigkeit der Retina, welche die Empfindung „weiß" bewirkt, und in der gleichzeitigen und gleichgradigen Erregung aller drei Fasergattungen besteht.

nennt daher und in diesem Sinne jede das Complement der anderen.

Die Schopenhauer eigenthümliche Erklärung der Farbe ist also im Wesentlichen folgende:

„Die Farbe ist die qualitativ getheilte Thätigkeit der Retina. Die Verschiedenheit der Farben ist das Resultat der Verschiedenheit der qualitativen Hälften, in welche die Thätigkeit auseinandergehen kann, und ihres Verhältnisses zu einander“ (pag. 32) [1]).

„Die wahre Farbentheorie hat es demnach stets mit Farbenpaaren zu thun“ (pag. 34). „Denn die Farbe erscheint immer als Dualität, da sie die qualitative Bipartition der Thätigkeit der Retina ist.“

„Chromatologisch darf man daher gar nicht von einzelnen Farben reden, sondern nur von Farbenpaaren, deren jedes die ganze in zwei Hälften zerfallene Thätigkeit der Retina enthält.“

„Die Theilungspunkte sind unzählig, und als durch äußere Ursachen bestimmt, insofern für das Auge zufällig.“

„Sobald aber die eine Hälfte gegeben ist, folgt die andere, als ihr Complement, nothwendig [2])“ (pag. 35).

---

[1]) Wer vermöchte hier die evidente und überraschende Übereinstimmung der Schopenhauer'schen und der modernen Farbentheorie zu verkennen?! Müssen wir nicht heute genau dieselbe Antwort geben, welche Schopenhauer schon 1816 formulirt hat, wenn wir ganz allgemein das Wesen der Farbe im Gegensatze zu Weiß und Schwarz, physiologisch definiren sollen? — Freilich können wir auch hier wieder, vom höheren Standpunkt der Young-Helmholtz'schen Theorie, einen Schritt weiter gehen, und erklären und anschaulich machen, wie bei der qualitativen Theilung der Thätigkeit des Auges, welche zum Unterschied und im Gegensatz der bloß quantitativen aufgestellt wurde, dennoch von gleichen und ungleichen Hälften, also auch von einem quantitativen Verhältniß, die Rede sein kann, indem sich ja die dreierlei Fasergattungen mit bestimmten verschiedenen Erregungsquantitäten an der Zusammensetzung der einzelnen Farbenempfindungen betheiligen. Unsere Erklärung der Complementär-Farben ist mit der Schopenhauer's identisch!

[2]) Alle diese Sätze kann man mit gleicher Consequenz aus der Sch.'schen, wie aus unserer modernen Farbentheorie folgen. Dagegen hat es für uns keinen Sinn — (ist aber auch gar keine nothwendige Consequenz aus Schopenhauer's Theorie, sondern eine völlig willkürliche und unbegründete Annahme, welche nur seine schiefe göthesirende Grundansicht von der exacten Methode der physikalischen Forschung charakterisirt) — wenn er, die volle Thätigkeit der Retina = 1 setzend, das folgende Schema zusammenconstruirt:

Hieraus erklärt sich denn auch das sogenannte, von Goethe so aufdringlich urgirte „σκιερον“ der Farbe, d. h. „ihre dem Schatten oder dem Grau verwandte Natur, vermöge welcher sie stets dunkler, als Weiß und heller als Schwarz ist“, denn bei der qualitativ getheilten Thätigkeit der Retina ist das Hervortreten der einen Hälfte wesentlich bedingt durch die Unthätigkeit der anderen. „Unthätigkeit der Retina aber ist, wie oben gesagt, Finsterniß. Demnach muß das als Farbe erscheinende Hervortreten der qualitativen Hälfte der Thätigkeit der Retina durchaus von einem gewissen Grade von Finsterniß, also von einiger Dunkelheit, begleitet sein [1]). „Dies hat sie nun gemein mit der intensiv getheilten Thätigkeit der Retina, die wir oben im Grau oder Halbschatten erkannt haben und diese Gemeinschaft eben, Dieses, daß dort qualitativ ist, was hier intentiv, wird durch den obsoleten Ausdruck „σκιερον“ bezeichnet.“

„Jedoch waltet hiebei folgender sehr bedeutender Unterschied ob. Daß die Thätigkeit der Retina der Intensität nach, nur theilweise ist, führt keine specifische und wesentliche Veränderung herbei, und bedingt keinen eigenthümlichen Effect; sondern es ist eben nur eine zufällige, gradweise Verminderung der vollen Thätigkeit. Bei der qualitativ theilweisen Thätigkeit der Retina hingegen, hat die hervortretende Thätigkeit der einen Hälfte die Unthätigkeit der anderen zur wesentlichen und nothwendigen Bedingung, denn sie besteht nur durch diesen Gegensatz“ (pag. 37) [2]). Endlich

---

Schwarz,	Violett,	Blau,	Grün,	Roth,	Orange,	Gelb,	Weiß
0	1/4	1/3	1/2	1/2	2/3	3/4	1.

Deßhalb habe ich auch dieses leere Schema aus dem, der Darstellung des wahren und eigentlichen Kerns der Schopenhauer'schen Theorie gewidmeten Haupttexte fortgelassen, und in diese Anmerkung verwiesen. Ebenso habe ich oben den §. 6 der Sch.'schen Schrift unberücksichtigt gelassen, in welchem er von der „Polarität der Retina und Polarität überhaupt“ spricht, obschon die daselbst gegebenen Bemerkungen an sich beachtungswerth sind.

[1]) Dies scheint auch Brewster eigentlich gemeint zu haben, als er sich dahin aussprach, daß die complementäre Farbe sich zugleich mit der gesehenen entwickele (!) und diese trübe.

[2]) Diese ganze Auffassung läßt sich als Ausdruck dessen, was für die unmittelbare Empfindung da ist, vollkommen rechtfertigen, und ist, wie ich zeigen will, noch zu erweitern, und mit unserer Young-Helmholtz'schen Hypothese durchaus

muß noch hervorgehoben werden was Schopenhauer über den „ungetheilten Rest der Thätigkeit der Retina lehrt“ (pag. 42).

„Die Thätigkeit der Retina, gleichviel ob auf ihrer ganzen Fläche oder einem Theile derselben, kann, indem sie, zur Hervor-

---

nicht unvereinbar. So weit ich sehen kann, läßt sich gegen meine hier folgende Auseinandersetzung nichts Erhebliches einwenden!

Die Unthätigkeit der Sehsinnsubstanz, also eigentlich der Zustand, welcher der Abwesenheit der specifischen Erregung entspricht — aber deßhalb durchaus noch nicht reine Passivität zu sein braucht — ist in der That erfahrungsgemäß mit einer positiven Empfindung von gleichem Modus, aber anderer Qualität verknüpft, als der Zustand der specifischen Erregung, oder die Thätigkeit derselben.

Die positive Empfindungsqualität, welche bei Abwesenheit des specifischen Erregungszustandes im Auge, zum Bewußtsein kommt, nennen wir Dunkelheit oder Schwarz. Dunkelheit oder Schwarz ist wohl zu unterscheiden von einfachem Mangel der Empfindungsfähigkeit für Licht und Farbe, was auch Helmholtz zugibt. (Vgl. Physiol. Optik, pag. 577.)

Ich erinnere noch daran, daß man das sogenannte Lichtchaos oder Eigenlicht der Retina, welches das Sehfeld in Folge innerer Reize selbst bei vollständiger Finsterniß erfüllt, sehr deutlich vom Schwarz des Grundes unterscheidet, auf dem es erscheint.

Bei keinem der anderen Sinne ist der sog. Ruhezustand der specifischen Nervensubstanz verknüpft mit irgend einer positiven Empfindung von gleichem Modus, aber anderer Qualität, wie der Erregungszustand derselben. Es ist dies eine Eigenthümlichkeit, welche dem höchsten unserer Sinne ausschließlich zukommt.

Selbst die Stille, die der Abwesenheit aller Erregung im akustischen Nervensystem entspricht, macht sich niemals als eine positive, mit irgend einer Schallqualität auch nur entfernt vergleichbare Empfindung geltend, sondern immer nur als Negation aller Gehörsempfindung; doch haben wir wenigstens noch ein Wort für dieselbe, während für den Ruhezustand der specifischen Nervensysteme des Geruchs-, Geschmacks-, und Tastsinnes auch bezeichnende positive Worte fehlen.

Nach dieser Auseinandersetzung erscheint es mir einleuchtend, daß jede Gesichts-Empfindung, insofern sie nicht dem Maximum der Erregung der ganzen und vollen Thätigkeit der Sehsinnsubstanz (intensivstes, reinstes Weiß) entspricht, — (einerlei ob der active Bruchtheil der Thätigkeit, wie sich Schopenhauer ausdrücken würde, ein qualitativer oder ein bloß quantitativer ist — oder, wie wir sagen, durch eine theilweise, gleichmäßig oder ungleichmäßig starke, gleichzeitige Erregung jeder einzelnen der drei Fasergattungen hervorgerufen wird) — nothwendig auch einen gewissen Grad von Dunkelheit haben muß, weil das Complement, welches den activen

bringung der Farbe, sich qualitativ theilt, noch einen ungetheilten Rest zugleich beibehalten, und dieser kann wiederum ganz activ, oder ganz ruhend, oder zwischen beiden, d. h. intensiv theilweis thätig sein. Nach Maßgabe hiervon nun wird alsdann die Farbe, statt in ihrer vollen Energie, sich blaß, oder auch schwärzlich, in vielen Abstufungen zeigen."

„Man sieht leicht ein, daß in diesem Falle eine Vereinigung der intensiven Theilung der Thätigkeit der Retina mit der qualitativen Statt hat. Am anschaulichsten wird dieses dadurch, daß, wenn man eine durch ein ihr unwesentliches Schwarz verdunkelte und geschwächte Farbe betrachtet, ihr darauf als Spectrum sich zeigendes Complement, um ebensoviel Blässe geschwächt erscheint. Wenn man eine Farbe lebhaft, energisch, brennend nennt, so bedeutet dies, dem Gesagten zufolge, daß bei ihrer Gegenwart die ganze Thätigkeit des Auges sich rein theile, ohne daß ein ungetheilter Rest übrig bleibe" [1]).

Bruchtheil zur vollen und ganzen Thätigkeit der Retina ergänzen würde, unerregt geblieben ist und es thatsächlich eine ausschließliche Eigenthümlichkeit der Sehsinnsubstanz ist, daß auch ihr sog. Ruhestand als positive Empfindungsqualität zum Bewußtsein kommt. In dieser ganzen Auffassung liegt nicht etwa ein Zurückgehen auf die Aristotelische Vorstellung, daß die Farbe durch eine Mischung von Schwarz und Weiß entstehe, sondern es liegt in ihr nur eine einfache Erklärung, warum überhaupt in jeder Gesichtsempfindung, welche nicht reinstes und intensivstes Weiß ist, ein gewisser Grad von Dunkelheit wahrgenommen wird; und warum namentlich in jeder Farbe, als solcher, ganz abgesehen von ihrer zufälligen quantitativen Abstufung, stets noch ein ganz bestimmtes Quantum von wesentlicher Dunkelheit enthalten sein müsse. — Vgl. die folgende Anmerkung.

[1]) Was Schopenhauer hier meint, und durch den qualitativ ungetheilten Rest der Thätigkeit der Retina, der aber zugleich in verschiedenem Verhältniß intensiv getheilt sein kann, erklärt, nennt man heute: Farbenton, Sättigung und Helligkeit, welche drei Größen das Bewußtsein in jeder Farbenempfindung unterscheidet.

Es kann auch hier Niemand verkennen, daß wir namentlich auf die Frage: wann die Intensität und Sättigung einer Farbe am allergrößten sein wird? heute noch keine kürzer und allgemeiner formulirte physiologische Antwort geben können, als die, welche Schopenhauer im obigen ausgesprochen hat, nämlich: dann, wenn die qualitative Theilung der Thätigkeit der Retina ohne Rest stattfindet; — nur können wir noch hinzufügen, daß dieser Fall nur dann eintreten wird, wenn die maximale

Hiermit glaube ich den brauchbaren und originellen Kern aus der Schopenhauer eigenthümlichen Farbentheorie herausgeschält und gewürdigt zu haben — einer eminent physiologischen Farbentheorie, die unverkennbar, mit unseren heutigen, in

---

Erregung einer der drei Fasergattungen allein, mit Ausschluß der zwei anderen, oder je zweier Fasergattungen zusammen (von denen wenigstens die eine in maximo erregt sein muß), ohne gleichzeitige Erregung der dritten vorhanden wäre, wobei denn in der That die Theilung der Thätigkeit der Retina so rein und vollständig sein würde, daß das als Farbe erscheinende Hervortreten der einen Hälfte, keine Spur von Weiß (d. i. gleichzeitige und gleichstarke Erregung aller drei Fasergattungen) als qualitativ ungetheilten Rest offenbaren, und auch nur so viel wesentliche Dunkelheit enthalten kann, als der anderen unerregt zurückgebliebenen complementären Hälfte entspricht. Dieser Fall bezieht sich auf die Hervorbringung der reinsten, gesättigtsten Urempfindungen der Farben und wird bekanntlich dadurch annähernd realisirt, daß man dem Auge eine Spectralfarbe darbietet für deren Complement die Retina vorher ermüdet worden ist, was Schopenhauer, beiläufig gesagt, für ganz unmöglich hält, indem er die so wichtigen Ermüdungserscheinungen nur im Erscheinungskreise der vollen Thätigkeit der Retina kennt und anerkennt. In allen übrigen Fällen von Bipartition wird und muß hingegen immer ein qualitativ ungetheilter Rest übrig bleiben und sich in der bewirkten Empfindung mit und nebst dem hervortretenden Farbenton besonders geltend machen, denn dann sind stets alle drei Fasergattungen im Verhältniß dreier verschieden langer Linien (von denen zwei auch gleich lang sein können) erregt oder unthätig, und dies kann offenbar so aufgefaßt werden, als wären alle drei Fasergattungen im Maaße der kleinsten Linie gleich stark, entweder erregt oder unthätig (qualitativ ungetheilter Rest), während eine oder zwei der Fasergattungen einen noch größeren — (und zwar größer in jenem Maaße, um welches die zwei letzten Linien länger sind, als die erste kleinste), — Grad oder Überschuß an Erregung oder Unthätigkeit (rein qualitativer Antheil der Hälften) besäßen.

Der qualitativ ungetheilte Rest liegt dann nothwendig entweder ganz in der unerregt, als Complement zurückbleibenden oder ganz in der als Farbe hervortretenden Hälfte der vollen Thätigkeit der Retina, oder endlich zum Theil in der einen, zum Theil in der anderen, also an beide Hälften in verschiedener Menge vertheilt.

1. Im ersten Falle ist er ganz unerregt und summirt sich als unwesentliche Dunkelheit oder Schwarz des Complements zu der wesentlichen Dunkelheit desselben und diese Summe mischt sich in die bewirkte Empfindung.

Dies tritt ein, wenn eine oder zwei der Fasergattungen erregt sind — aber nicht im Maximum, die anderen aber überhaupt gar nicht.

2. Im zweiten Falle ist der ungetheilte Rest ganz activ und mischt sich als reines Weiß in die bewirkte Farbenempfindung. Dies erfolgt, wenn von den sämmtlichen gleichzeitig und verschieden stark erregten drei Fasergattungen

ihrem Detail und ihrer Exactheit allerdings ungleich höher entwickelten Anschauungen, hinsichtlich gewisser Hauptzüge und deren allgemeinster Formulirung, in wahrhaft wunderbarer Weise übereinstimmt, was um so staunenswerther und unerwarteter erscheinen muß, als ihr Autor niemals aus der unzurechnungsfähigen, absoluten Opposition gegen den Newtonismus und gegen die exacte naturwissenschaftliche Methode überhaupt herausgekommen war, und nur ein höchst dürftiges und beschränktes empirisches Material — die Nachbilder — noch dazu ganz einseitig bearbeitet hatte. Und wenn auch Young's wirklich epochemachende Hypothese, welche die moderne Farbenlehre ausschließlich begründet hat, schon 14 Jahre vor dem Erscheinen der Schopenhauer'schen Theorie gedruckt zu lesen war, so bleibt es doch Schopenhauer's Verdienst, in der Farbenlehre einen ganz neuen und an sich richtigen Weg eingeschlagen, und durch seine physiologische Theorie die allgemeinste und wesentlichste Grundlage jeder wahren Farbenlehre aufgefunden zu haben — und deßhalb muß Schopenhauer's Theorie, obschon sie erst nach der Young'schen erschien und niemals eine Bedeutung und Wirksamkeit erlangte, mindestens als eine so zu sagen philosophische Anticipation unserer

---

eine oder zwei derselben im Maximum der Erregung sich befinden. Die Dunkelheit des bewirkten ungesättigten, weißlichen Farbentons entspricht dann nur dem wesentlich unerregt gebliebenen Antheil der einen oder der zwei nur theilweise erregten Fasergattungen des Complements.

3. Im dritten Falle endlich ist der ungetheilte Rest intensiv getheilt und mischt sich als mehr oder weniger weißliches Grau in die Empfindung, — was dann geschehen muß, wenn alle drei Fasergattungen gleichzeitig und ungleich stark erregt sind, aber keine derselben das Erregungs-Maximum erreicht.

Für die unmittelbare Empfindung erscheinen Sättigung und Helligkeit in der That als Mischungen eines bestimmten Farbentons mit verschiedenen Mengen von Weiß und Schwarz (weil Dunkelheit oder Schwarz eben eine positive Empfindungsqualität ist, vergleiche Anmerkung 2, Seite 404) während für die heutige mathematisch-mechanische Behandlung der Farbenempfindungen natürlich Sättigung und Farbenton nur auf die Intensität der Empfindung oder die Erregungsquantitäten der drei Fasergattungen zurückzuführen sind, wobei man sich zu erinnern hat, daß die Stärke der Lichtempfindung nicht allein von der lebendigen Kraft der Ätherschwingungen abhängt, sondern auch von der Schwingungsdauer derselben, und daß die Empfindungsstärke für verschiedenartiges Licht eine verschiedene Function der Lichtstärke ist. (Helmholtz. Phys. Optik, pag. 317.)

heutigen Anschauungen betrachtet werden. Ich setze noch eine diesbezügliche Stelle her, in welcher sich Schopenhauer klar hierüber ausspricht (pag. 66): „Wir haben bisher die Farben in ihrer engsten Bedeutung betrachtet, nämlich als Zustände, Affectionen des Auges. Diese Betrachtung ist der erste und wesentlichste Theil der Farbenlehre, die Farbenlehre im engsten Sinne, welche, als solche allen ferneren Untersuchungen der Farbe zum Grunde liegen muß, und mit der sie stets in Übereinstimmung bleiben müssen. An diesen ersten Theil, hat sich als der zweite zu schließen die Betrachtung der Ursachen, welche von außen als Reize auf das Auge wirkend, nicht wie das reine Licht oder das Weiße die ungetheilte Thätigkeit der Retina, in stärkerem oder schwächerem Grade, sondern immer nur eine qualitative Hälfte derselben hervorrufen.“ —

Von dem Momente an, wo sich Schopenhauer der Aufsuchung der äußeren Ursache zuwendet, verfällt er, wie gesagt, ganz und gar der physikalisch völlig sinnlosen Goethe'schen Lehre, gegen welche er jedoch die Herstellbarkeit des Weißen aus Farben [1]) natür-

[1]) Diesem Gegenstande widmet Schopenhauer §. 10 seiner Schrift. Daselbst liest man mit wahrem Vergnügen den treffenden Passus (pag. 43—44): „Die Herstellung des Weißen aus zwei Farben beruht, unserer Theorie zu Folge, einzig und allein auf physiologischem Grunde, nämlich darauf, daß es zwei Farben seien, in welche die Thätigkeit der Retina auseinandergetreten ist, also ein physiologisches Farbenpaar, in welchem Sinne allein und ausschließlich sie Ergänzungsfarben zu nennen sind. Solche zwei Farben müssen zur Herstellung des Weißen aus ihnen, ganz eigentlich wieder vereinigt werden, und zwar auf der Retina selbst, also dadurch, daß die beiden gesonderten Hälften der Thätigkeit dieser, zugleich angeregt werden, woraus dann ihre volle Thätigkeit, das Weiße, sich herstellt. Dies aber kann nur dadurch geschehen, daß die zwei äußern Ursachen, jede von welchen im Auge die Ergänzungsfarbe der anderen erregt, einmal zugleich und doch gesondert auf eine und dieselbe Stelle der Retina wirken: Dies nun wieder ist nur unter besonderen Umständen und Bedingungen möglich. Zunächst kann es nicht dadurch geschehen, daß man zwei chemische Farben zusammenmischt: denn diese wirken alsdann zwar im Verein, aber nicht gesondert.“

Auch den meisten der weiterhin von Schopenhauer angeführten Beispiele für die Herstellung des Weißen aus Farben, und der Zurückweisung der unbegreiflichen Goethe'schen Opposition gegen diese evidenten Facta, wird man seine Zustimmung so wenig versagen, als der Conclusion (pag. 48.): „Die angeführten Beispiele mögen hinreichen zur Bestätigung dessen, was aus meiner Theorie nothwendig folgt, daß aus zwei entgegengesetzten Farben das Weiße allerdings herzustellen ist; sobald man es nur so anzustellen weiß, daß die beiden äußern erre-

lich aufrecht erhalten muß, — und dem schrankenlosesten Furor Antinewtonicus, was um so unverzeihlicher ist, als Schopenhauer die ganze Entwickelung der exacten Physik des Lichtes, ja sogar die ersten vorläufigen Anfänge der Spectral-Analyse noch selbst miterlebte.

---

genden Ursachen zweier Ergänzungsfarben, ohne sich selbst direct zu vermischen, zugleich auf dieselbe Stelle der Retina wirken. Diese Herstellung nun aber ist ein schlagender Beweis der Wahrheit meiner Theorie."

Dagegen muß es jeden Kundigen wie ein Kampf gegen Windmühlen anmuthen, wenn Schopenhauer unmittelbar fortfährt (pag. 48): „Das Factum selbst wird nirgends geläugnet, aber die wahre Ursache wird nicht begriffen, sondern man legt demselben und zugleich der Thatsache des physiologischen Farbenspectrums, in Gemäßheit der Newton'schen Pseudotheorie eine ganz falsche Auslegung unter. Ersteres nämlich soll, wie bekannt, auf dem Wiederzusammenkommen der sieben homogenen Lichter beruhen, davon weiterhin; für das physiologische Spectrum aber gilt noch immer die Erklärung, welche bald nach der Entdeckung desselben durch Büffon der Pater Scherffer gegeben hat . . . 1761. Sie geht dahin, daß das Auge, durch längeres Anschauen einer Farbe ermüdet, für diese Sorte homogener Lichtstrahlen die Empfänglichkeit verloren, daher es dann ein gleich darauf angeschautes Weiß nur mit Ausschluß eben jener homogenen Lichtstrahlen empfände, weßhalb es dasselbe nicht mehr weiß sehen, sondern statt dessen ein Product der übrigen homogenen Strahlen, die mit jener ersten Farbe zusammen das Weiße ausmachen, empfände; dieses Product nun also soll die als physiologisches Spectrum erscheinende Farbe sein. Diese Auslegung der Sache läßt sich aber ex suppositis als absurd erkennen. Denn nach angeschautem Violett erblickt das Auge auf einer weißen Fläche ein gelbes Spectrum. Dieses Gelb müßte nun das Product der, nach Ausscheidung des Violetten übrig bleibenden sechs homogenen Lichter, also aus Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau und Indigoblau zusammengesetzt sein; daraus Gelb zu brauen probire man!"

Zwar hat Schopenhauer nicht Unrecht, gegen die Scherffer'sche Erklärung hervorzuheben (pag. 50) „daß das physiologische Farbenspectrum nicht allein auf einem weißen Grunde gesehen wird, sondern auch vollkommen gut und deutlich auf einem völlig schwarzen Grunde, ja sogar mit geschlossenen und noch dazu mit der Hand bedeckten Augen;" aber dies berechtigt ihn noch nicht die Ermüdbarkeit der Retina durch und für einzelne Farbenempfindungen zu läugnen. Und wenn nun Schopenhauer schließlich erklärt (pag. 51): „Alles hier Angeführte beweist unwiderleglich, daß das physiologische Spectrum aus der selbsteigenen Kraft der Retina erzeugt wird, zur Action derselben gehört, nicht aber ein durch Ermüdung derselben mangelhaft und verkümmert ausfallender Eindruck einer weißen Fläche ist. Ich mußte aber diese Scherffer'sche Auslegung gründlich widerlegen, weil sie, bei den Newtonianern, noch in Geltung steht" . . . und auf ihr „die ganze Lehre von den complementären Farben aller heu-

Von jenem Moment an verliert Schopenhauer selbstverständlich alle und jede Bedeutung auf dem Gebiete der Farbenlehre, — aber so sehr man auch sein Radotiren in physikalischer Richtung verurtheilen muß, und so wenig man vergessen darf, daß unsere heutige Farbentheorie der Zeit und der Sache nach, nicht auf Schopenhauer (1816), sondern bis auf den erstaunlichen Thomas Young (1802) und schließlich mittelbar bis auf Newton selbst zurückzuführen und zurückzudatiren ist; so vermag dieß Alles doch nicht Schopenhauer's wirkliches Verdienst zu schmälern, welches ich nachgewiesen zu haben glaube, und welches ihm unzweifelhaft einen bleibenden Ehrenplatz in jeder vollständigen Geschichte der Farbenlehre sichert.

---

tigen Physiker und all ihr Gerede darüber" beruht. „Als wahre Incurable verstehen sie die Sache noch immer objectiv, im Newton'schen Sinne; demgemäß bezieht ihr häufig erwähntes Complement sich immer nur auf das Newton'sche Spectrum von sieben Farben und bedeutet einen Theil dieser, getrennt von den übrigen, die dadurch ergänzt werden zum weißen Lichte als der Summe aller homogenen Lichter; . . . diese Auffassung der Sache ist aber grundfalsch und absurd, und daß sie 44 Jahre nach Goethe's Farbenlehre und 40 Jahre nach dieser meiner Theorie noch in vollem Ansehen steht und der Jugend aufgebunden wird, ist unverzeihlich;" — so ersieht man daraus nur wie kläglich es mit Schopenhauer's Wissen von den so überaus complicirten Erscheinungen der Nachbilder und von den gründlichen Arbeiten eines Fechner (1838), noch im Jahre 1854 (!) bestellt war, und bis wohin er sich durch sein gänzliches Mißverstehen der Newton'schen Lehre (s. die oben citirte „Definition" aus Newton's Optics) treiben ließ!

Über das Monoacetrosanilin.

Von **Carl Beckerhinn**,
k. k. Artillerie-Oberlieutenant.

Von den Substitutionsproducten des Rosanilins wurden bisher vorzugsweise jene untersucht, bei welchen Alkoholradikale an die Stelle der drei ersetzbaren Wasserstoffatome der Base getreten sind, während jene, bei welchen die Substitution durch den Eintritt von Säureradikalen erfolgt, nur wenig bekannt sind. Schützenberger sagt in seinem Buche über die Farbstoffe, daß es ihm gelungen ist, durch Einwirkung von Chloracetyl und Chlorbenzoyl auf das Rosanilin, Triacet und Tribenzoylrosanilin zu erhalten, ohne jedoch nähere Angaben über diese Körper zu machen.

Ich stellte mir daher die Aufgabe, diese Substitutionsproducte näher zu studiren und die Einwirkung des Acetamid auf Rosanilin zu untersuchen, wobei ich von der Voraussetzung ausging, daß der Proceß nach folgender Gleichung vor sich geht:

$$\left.\begin{matrix}C_6H_4\\C_7H_6\\C_7H_6\\H_2\end{matrix}\right\}N_3 + \left.\begin{matrix}C_2H_3O\\H\\H\end{matrix}\right\}N = \left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}N + \left.\begin{matrix}C_6H_4\\C_7H_6\\C_7H_6\\H_2(C_2H_3O)\end{matrix}\right\}N_3$$

Rosanilin — Acetamid — Ammoniak — Monoacetrosanilin

Das hiezu nöthige Acetamid wurde nach Kündig's Methode [1]) dargestellt, welche ich als die beste unter allen Methoden erkannte, und die nur den Nachtheil hat, daß beim Einleiten des Ammoniakgases in den Eisessig das Gaszuleitungsrohr sich leicht mit Krusten verstopft, welche durch das sich bildende essigsaure Ammon entstehen. — Um dies zu hindern, tauchte ich das Gaszuleitungsrohr in eine Schicht Quecksilber, wodurch der Proceß ohne Störung vor sich ging.

---

[1]) Annalen der Chem. u. Pharm. Seite 277.

Das Rosanilin, welches ich bei meinen Versuchen anwendete, wurde aus dem käuflichen Diamantfuchsin durch wiederholtes Fällen der Basis, Auswaschen, Wiederlösen des gereinigten Rosanilins in Salzsäure und Alkohol, und schließliches Eindampfen der alkoholischen Fuchsinlösung erhalten.

Um die Einwirkung des Acetamids auf Rosanilin zu studiren, wurden 200 Grm. salzsaures Rosanilin und 40 Grm. Acetamid in einen Kolben gebracht, der mit einem Korke verschlossen war, der ein Thermometer und zwei Glasröhren enthielt. — Die eine der Röhren war mit einem Aspirator in Verbindung um das bei der Reaction sich bildende Ammoniak zu entfernen, die zweite communicirte mit einem Kali- und einem Chlorcalciumrohre, um die, mittelst des Aspirators durch den Apparat gesaugte Luft von der Kohlensäure und der Feuchtigkeit zu befreien.

Der Kolben wurde im Ölbade vorsichtig bei 180—185 Grad erhitzt, bei welcher Temperatur die Ammoniakentwicklung lebhaft und regelmäßig vor sich ging, und der Proceß wurde so lange fortgesetzt, bis die Ammoniakentwicklung völlig aufgehört hatte, und eine Probe zeigte, daß nur wenig unzersetztes Fuchsin im Kolben vorhanden war, wonach der Inhalt desselben mit Wasser ausgekocht wurde, um das lösliche, unzersetzte Fuchsin zu entfernen, und der Rest in Alkohol gelöst.

Der nun in die alkoholische Lösung übergegangene Körper ist mit Salzsäure und Äther aus dieser Lösung fällbar und diese Eigenschaft kann zur Reinigung benützt werden. Zu diesem Zwecke wurde die Lösung in ein Gemisch von 10 Theilen Wasser und ein Theil Salzsäure gegossen, wodurch der Körper als blauviolettes Pulver herausfiel, während das Fuchsin in Lösung blieb und die Salzsäure gelb färbte. Es wurde nun so lange mit heißem Wasser gewaschen und decantirt, bis dieses keine Spur von Färbung mehr zeigte und hierauf die Basis des vorhandenen salzsauren Salzes isolirt.

Diese fällt als chocoladbraunes Pulver, das nach dem Auswaschen braunviolett wird, löst sich in Alkohol mit rother, vom Fuchsin verschiedener Farbe und ist in Wasser, Äther und Alkalien unlöslich. Diese Fällung wurde so lange fortgesetzt, bis die Salzsäure vollkommen ungefärbt blieb, und der gut ausgewaschene Niederschlag hierauf in Alkohol gelöst und mit Äther gefällt. — Der Äther zeigte anfangs nach dem Absitzen des Niederschlages eine

rosenrothe Färbung, die sich jedoch bei der zweiten Fällung nicht mehr wahrnehmen ließ.

Das so gereinigte Product wurde in Alkohol gelöst, filtrirt, eingedampft, getrocknet und analysirt, wobei folgende Resultate erhalten wurden:

I. 0·5455 Grm. Substanz gaben 1·3945 Grm. Kohlensäure und 0·2821 Grm. Wasser; 0·8311 Grm. Substanz gaben 80·5 CC. Stickstoff bei 70° C. und 746·3 Mm. Barometerstand, und 0·4728 Grm. Substanz gaben 0·1741 Grm. Chlorsilber, entsprechend 0·0431 Grm. Chlor.

II. 0·4121 Grm. Substanz gaben 1·0539 Grm. Kohlensäure und 0·2120 Grm. Wasser; und 0·2420 Grm. Substanz gaben 0·0983 Grm. Chlorsilber oder 0·0024 Chlor.

100 Theile enthalten demnach:

Kohlenstoff.....	69·72	69·69; $C_{22} = 69·56$
Wasserstoff	5·74	5·61; $H_{22} = 5·53$
Stickstoff	11·19	—; $N_3 = 11·06$
Chlor	9·07	9·31; Cl = 9·35.

Wie man sieht, stimmen die, durch die Analyse gefundenen Zahlen sehr nahe mit den aus der Formel des salzsauren Monoacetrosanilin: $C_{20}H_{16}(C_2H_3O)N_3HCl$ berechneten, überein.

Um über die Basis selbst einen näheren Aufschluß zu erhalten, wurde dieselbe aus der alkoholischen Lösung des salzsauren Salzes mit Ätzkali gefällt, ausgewaschen, gelöst, filtrirt und der Analyse unterworfen, wobei folgende Resultate erhalten wurden:

0·4499 Grm. Substanz gaben 1·2743 Grm. Kohlensäure und 0·2389 Grm. Wasser; und 0·3958 Grm. Substanz lieferten 37 CC. Stickstoff bei 16·5° Cels. und 747 Mm. Druck.

100 Theile enthalten demnach:

	Gefunden	Berechnet
Kohlenstoff	77·24	$C_{22} = 76·96$
Wasserstoff	5·90	$H_{21} — 6·12$
Stickstoff	11·97	N_3 12·24.

Diese Zahlen zeigen, daß das, nach dem oben beschriebenen Verfahren dargestellte Product, das Monoacetrosanilin

$C_{20}H_{16}(C_2H_3O)H_2N_3$ ist, wie nach obiger Gleichung geschlossen wurde.

Ein weiterer Beweis, daß die in Rede stehende Reaction wirklich nach dieser Gleichung vor sich geht, liegt in der Menge des sich dabei entwickelten Ammoniaks, das quantitativ bestimmt wurde.

Das Monoacetrosanilin in alkoholischer Lösung mit Kalilauge in einer Röhre eingeschlossen und durch 24 Stunden im Ölbade auf 130° erhitzt, lieferte einen dunkelrothen Körper, der alle Reactionen des Rosanilin zeigte, und eine gelblich gefärbte Lösung in der die Gegenwart von Essigsäure durch die Bildung von Essigäther bei der Destillation mit Schwefelsäure und Alkohol nachgewiesen wurde.

Es zeigt ferner eine eigenthümliche Farbenänderung. Frisch gefällt ist es röthlichbraun, die Farbe ändert sich aber während des Auswaschens und Stehens an der Luft in rothviolett. — Die Ursache dieser Farbenänderung liegt in einer Oxydation an der Luft, wie folgender Versuch lehrt. — In einem eigenen Apparate wurde die salzsaure Lösung des Monoacetrosanilins eingeschlossen und nachdem alle Luft durch Wasserstoffgas verdrängt war, gut ausgekochte Kalilauge tropfenweise zufließen gelassen und so die Fällung und später das Auswaschen in einer indifferenten Atmosphäre vorgenommen. — Die so gefällte Basis zeigte nun keine Farbenänderung, sondern blieb chocoladebraun, was obige Annahme bestätigt.

Das Monoacetrosanilin hat die Zusammensetzung:

$$\left.\begin{matrix} C_6H_4 \\ C_7H_6 \\ C_7H_6 \\ H_2(C_2H_3O) \end{matrix}\right\} N_3$$

und folgende Eigenschaften. — Es ist röthlichbraun in frisch gefälltem Zustande, verändert aber seine Farbe an der Luft in rothviolett, ist in Äther, Chloroform und Schwefelkohlenstoff mit rother Farbe sehr leicht löslich, in Äther, Wasser und Alkalien völlig unlöslich und damit aus den Lösungen fällbar. — Natriumamalgam gibt damit ein gelbgefärbtes Reductionsproduct, dessen salzsaures Salz in Alkohol mit schön himmelblauer Farbe löslich und mit Wasser aus der alkoholischen Lösung in blauen Flocken fällbar ist. Schwefelammonium gibt ebenfalls einen gelben Körper, dessen salzsaures Salz ist aber neurothviolett.

Das Monoacetrosanilin zeigt, durch Abdampfen der alkoholischen Lösung in fester Form erhalten, einen rothbraunen Porzellanglanz.

Das salzsaure Monoacetrosanilin ist im festen Zustande im auffallenden Lichte dunkelbronzefarbig mit schönem Metallglanz in dünnen Schichten, im durchgehenden Lichte dunkelblau, die Lösungen sind violett. — Es ist in Alkohol, Chloroform und Schwefelkohlenstoff löslich, mit Äther, Wasser und verdünnten Säuren aus den Lösungen fällbar. — Kohlensäure und ätzende Alkalien zersetzen das Salz und fällen daraus die Basis als solche. — Das salzsaure Monoacetrosanilin hat die Formel $C_{20}H_{16}(C_2H_3O)H_2.N_3.HCl$. — Es gibt bei weiterem Säurezusatz eine grasgrüne Lösung und wird mit bedeutendem Überschuß der Säure mißfarbig. — Auf ungebeizte Fasern fällt dessen Lösung nicht gut an [1]).

Der Versuch, das Bi- und daraus das Triacetrosanilin darzustellen, sowie die Untersuchung des mit Natriumamalgam erhaltenen Reductionsproductes werden den Gegenstand einer späteren Mittheilung bilden.

Diese Arbeit wurde im Laboratorium des Herrn Professor Dr. Bauer am k. k. polytechnischen Institute in Wien ausgeführt.

---

[1]) Bei meinen ersten Versuchen die Acetylsubstitutionsproducte des Rosanilins darzustellen, wo ich mit unreinen Materialien operirte, erhielt ich zwar kein reines Substitutionsproduct, wohl aber einen hübschen, blauvioletten Farbstoff, der auf ungebeizte Seide gut anfällt.

XIX. SITZUNG VOM 14. JULI 1870.

Das k. k. Handelsministerium zeigt mit Note vom 7. Juli l. J. an, daß der geographisch-commercielle Congreß zu Antwerpen in der Zeit vom 14. bis zum 21. August stattfinden werde, und übermittelt zugleich eine Anzahl von Exemplaren des Congreß-Programmes.

Herr Prof. Dr. Fr. Simony dankt mit Schreiben vom 8. Juli für die ihm zur Fortsetzung der Untersuchungen der Seen des Traungebietes bewilligte Subvention von 300 fl.

Herr Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über einen einfachen Apparat zur Nachweisung des magnetischen Verhaltens eiserner Röhren."

Herr Dr. Jul. Wiesner übermittelt eine Abhandlung, betitelt: „Beiträge zur Kenntniß der indischen Faserpflanzen und der aus ihnen abgeschiedenen Fasern, nebst Beobachtungen über den feineren Bau der Bastzellen."

Herr Dr. A. Boué legt eine Abhandlung: „Über die verschiedenartige Bildung vereinzelter Berg- oder Felsenkegel oder Massen" vor.

Herr Prof. Dr. K. Langer überreicht eine Abhandlung: „Über Lymphgefäße des Darms einiger Süßwasserfische."

Herr C. Beckerhinn, k. k. Artillerie-Oberlieutenant, übergibt eine Abhandlung, betitelt: „Neue Methode der Darstellung des Jodphosphonium."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale de Belgique: Bulletin. 38ᵉ Année, 2ᵉ Série, Tomes XXVII & XXVIII (1869.) Bruxelles; 8ᵒ. — Mémoires couronnés in 4ᵒ. Tome XXXIV. 1867—1870. Bruxelles, 1870. — Mémoires couronnés in 8ᵒ. Tome XXI. Bruxelles, 1870. — Annuaire. 1870. kl. 8ᵒ. — Compte rendu des séances de la

Commission Royale d'histoire. 3ª Série, Tome XIª 1re—4ª et 6ª Bulletins. Bruxelles, 1869; 8º. — Table générale des Notices concernant l'histoire de Belgique dans les revues belges, de 1830 à 1865. Par M. Ernest van Bruyssel. Bruxelles, 1869; 8º. — Snellaert, F. A., Nederlandsche Gedichten van Jan Boendale, Hein van Aken en anderen. Brussel, 1869; gr. 8º.

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. VIIª Série, Tome XIII, Nr. 8. (1869.); Tome XIV, Nrs. 1—14. (1869.); Tome XV, Nrs. 1—4. (1869—1870.) St. Pétersbourg; 4º. — Mémoires in 8º. Tome XIV. 2; Tome XVI, 1. (1869.) — Bulletin. Tome XIV, Nrs. 1—6. St. Pétersbourg, 1870; 4º.

Association, The British, for the Advancement of Science: Report of the 39th Meeting held at Exeter in August 1869. London, 1870; 8º.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1808. (Bd. 76, 8.) Altona, 1870; 4º.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXX, Nr. 26. Paris, 1870; 4º.

Cosmos. XIXª Année. 3ª Série. Tome VII, 2ª Livraison. Paris, 1870; 8º.

Erlangen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1869. 4º & 8º.

Halle, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1869. 4º & 8º.

Hamburg, Stadtbibliothek: Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1869. 4º.

Institution, The Royal, of Great Britain: Proceedings. Vol. V, Parts 5—7. London, 1869; 8º. — List of the Members etc. 1868; 8º.

Landbote, Der steirische. 3. Jahrgang, Nr. 14. Graz, 1870; 4º.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1870, Nr. 22. Wien; 8º.

Lotos. XX. Jahrgang. Juni 1870. Prag; 8º.

Moniteur scientifique. Tome XIIº. Année 1870, 325ª Livraison. Paris; 4º.

Nature. Nr. 36. Vol. II. London, 1870; 4º.

Observatoire Royal de Bruxelles: Annales; Tome XIX. Bruxelles, 1869; 4°. — Observations des phénomènes périodique pendant les années 1867 et 1868. 4°.

Quetelet, Ad., Physique sociale ou essai sur le développement des facultés de l'homme. Tome II. Bruxelles, Paris, St. Pétersbourg, 1869; gr. 8°. — Notice sur le Congrès statistique de Florence en 1867. 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1870. Nr. 9. Wien; 4°.

Revue des cours scientifiques et littéraires de la France et de l'étranger. VIIe Année, Nr. 32. Paris & Bruxelles, 1870; 4°.

Societas entomologica Rossica: Horae. T. VI, Nr. 4. Petropoli, 1870; Supplément au VIe Vol. St. Pétersbourg, 1869; 8°.

Society, The Royal, of London: Philosophical Transactions for the Year 1869. Vol. 159. Parts 1 & 2. London, 1869 & 1870; 4°. — Proceedings. Vol. XVII, Nrs. 109—113; Vol. XVIII, Nrs. 114—118. London, 1869 & 1870; 8°.

— The Zoological, of London: Transactions. Vol. VII, Parts 1—2. London, 1869—1870; 4°. — Proceedings for the Year 1869. Parts II & III. London; 8°.

— The Chemical: Journal. N. S. Vol. VII, Nov. & Dec. 1869; Vol. VIII, January-April 1870. London; 8°.

— The Anthropological: Anthropological Review. Nrs. 27—29. London, 1869 & 1870; 8°. — Memoirs. 1867—8—9. Vol. III. London, 1870; 8°.

Verein, naturhistor., der preuß. Rheinlande und Westphalens: Verhandlungen. XXIV. (3. Folge, 4.) Jahrgang. 1867; XXVI. (3. Folge. 6.) Jahrgang. 1869. Bonn; 8°.

— Naturw., für Sachsen und Thüringen in Halle: Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. Jahrgang 1869. XXXIV. Band. Berlin; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 35. Wien, 1870; 4°

Neue Methode der Darstellung des Jodphosphoniums.

Von **Carl Beckerhinn**,
k. k. Artillerie-Oberlieutenant.

Vor einiger Zeit hatte ich die Absicht einige Reactionen des Phosphoniums zu studiren, wobei ich eine neue Methode der Darstellung des Jodphosphoniums fand, die so einfach auszuführen ist, daß ich veranlaßt bin, sie zum Gegenstande dieser Mittheilung zu machen.

Wenn zu zweifach Jodphosphor, den man in eine Retorte bringt, langsam Wassertropfen gelassen, und die Retorte im Wasserbade erwärmt wird, so entwickelt sich nicht, wie in der Kälte dies geschieht, Jodwasserstoffsäure, sondern es bilden sich weiße Nebel, die sich im Retortenhalse zu hübschen Krystallen verdichten, die sublimirbar sind, und die Form von Würfeln zeigen.

Nach den Resultaten der Analysen und nach ihrem Zerfallen bei Behandlung mit Wasser in Jodwasserstoff und Phosphorwasserstoff, sowie nach ihren physikalischen Eigenschaften charakterisiren sie sich als Jodphosphonium und es scheint der Proceß nach folgender Gleichung vor sich zu gehen.

$$PJ_3 + 4(H_2O) = \left.\begin{matrix} PH_4 \\ J \end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix} PO \\ H_6 \end{matrix}\right\} O_3 + \left.\begin{matrix} H \\ J \end{matrix}\right\}$$

Jodwasserstoff entwickelt sich in geringer Menge. — Da diese Methode sehr einfach auszuführen ist, gute Ausbeuten liefert und erlaubt in beliebig großen Mengen zu arbeiten, so ist sie zur Anwendung zu empfehlen.

Die Arbeit wurde im Laboratorium des Herrn Prof. Dr. **Bauer** am k. k. polytechnischen Institute in Wien ausgeführt.

Über die verschiedenartige Bildung vereinzelter Berg- oder Felsenkegel oder Massen.

Von dem w. M. Dr. Ami Boué.

Isolirte Berge und Felsenmassen nehmen auf der Erdoberfläche höchst verschiedene Standpunkte ein. Unter diesen sind jene Gebirgsmassen am besten bekannt geworden, welche, auf den Grat der größten Gebirgsketten gelegen, durch ihre Form-Mannigfaltigkeiten als Nadel, Hörner, Spitzen, Kuppen u. s. w. zu den wahren Schmuck derselben so viel beitragen. Genetisch zerfallen im Allgemeinen alle diese Gebirgserhöhungen in drei Classen, namentlich die durch Verwitterung ihrer Umgebung oder Senkung gebliebenen Felsen, die durch Verschiebung, Verwerfung oder dynamische Kräfte gehobenen Felspartien und die durch den Plutonismus oder Vulcanismus, durch Trachyt oder Laven u. s. w., hervorgebrachten Berge.

Eine ziemlich gleichförmige, mittlere absolute höchste Höhe scheint durch alle drei Ursachen erreicht worden zu sein und dieser Höhenwerth ist überhaupt von den ältesten geologischen Zeiten bis zu den neuesten in einer steigenden Progression (ob in arithmetrischer oder geometrischer, weiss man noch nicht) vergrößert worden. Doch muß man wohl bemerken, daß das Plutonische und Vulcanische die Höhe der Schiefergebirge nur durch den Umstand erreichen konnte, weil jene feurigen Anhäufungen schon als Basis jene Gebirge vorfanden und durchbrechen mußten.

Wenn man nun die großen Gebirge bei Seite läßt und sich auf dem übrigen Erdboden sowohl in Thälern und Ebenen, als auf massigen Bergen und Hügelreihen, so wie in den Gewässern umsieht, so trifft man oft auf isolirte Berge, Kuppen, so wie auf Felsen, welche auf eine oder die andere Art der oben erwähnten Ursachen gebildet wurden. Doch geht man weiter ins Detail dieser

orographischen Eigenschaft der Erdoberfläche ein, so findet man, daß die eine oder die andere Erklärung oft zu mehreren besonders interessanten Betrachtungen für einen theoretischen Geologen führt. Diese letzteren stellen sich aber als nothwendige Postulate ein, wenn man an die geologische Geschichte eines Landes oder nur eines Districtes sich wagen will, d. h. wenn man durch geognostisch-orographische Beweise die verschiedenen Phasen der Bildung jener Länder recht anschaulich zu machen sich bemüht, was doch eigentlich der wissenschaftliche und selbst oft der praktische Zweck einer geologischen Landaufnahme sein muß.

Berge und Hügel liefern uns im kleinen Maaßstabe die meisten der Formen der Gebirgsgrate. So zum Beispiel bemerken wir unter ihnen viele Rücken, welche hie und da Erhöhungen oder Buckel tragen oder mit einem höheren Berge endigen. Diese Endigungen erinnern an jene mancher Vorgebirge an Seeküsten. Das übrige hügelige oder gebirgige Terrain ist durch Wasserfluthen mehr als das Ende davon abgewaschen worden oder die Felsarten des Vorgebirges haben mehr Widerstand gegen die Zerstörung durch Wasser oder durch Verwitterung geleistet. So sehen wir zum Beispiel die mittleren tertiären Hügel zwischen dem Lot und der Garonne sich erheben im sogenannten Pic de Bère am Zusammenflusse jener beiden Flüsse, die Trapp-Hügelreihe nördlich der Clyde in Schottland mit den isolirten Felsen des Dumbarton-Schlosses endigen. Ein ähnliches Höhenverhältniß beobachtet man in den basaltischen Phonolitbergen von Dalmahoy (W. von Edinburg). Die tafelartigen und halbmondförmigen Kreideanhöhen von Schumla endigen auch gegen Osten mit erhöhten Theilen, wie zwei Vorgebirge. Die niedrige Flötzkalk-Kette südlich des Drin bei Scutari in Albanien hat als Ende bei Alessio einen isolirten konischen Kegel. Dasselbe geschieht bei Scutari selbst, so wie nördlich des Castoria-See's in Macedonien, dann auch im Blocksberg bei Pest oder in der Jurakette bei Staffelstein oberhalb Bamberg u. s. w.

Es gibt auch viele Fälle wo eine Kette mit manchen Buckeln und niedrigen Theilen auf solche Art geformt ist, daß ihre Erhöhungen in ihrer Hauptrichtung immer abnehmen, so daß ihr Ende wohl auch mit einem isolirten Kegel endigt, aber dieser der niedrigste unter allen isolirten Spitzen des Gebirges ist. Ein Beispiel davon haben wir im Leopoldiberg und im Kahlenberg der Wiener Kette, im

Avalakegel südlich von Belgrad, welcher letztere das Ende der Schumadiakette bildet u. s. w.

Auf der anderen Seite kommen die phantastischen Formen der einzelnen Hochgebirge im kleinen Hügellande wieder vor, wie zum Beispiel die so auffallend isolirten Spitzen des Gebirgsdolomit in manchen Felsenriffen des Coral Rag (St. Mihiel an der Maas u. s. w.) des paläozoischen Dolomit u. s. w. Die Zuckerhutformen der Granit-Gneiß- und Quarzithöhen im Hintergrunde Rio Janeiro's u. s. w. findet man in kleinen Gebirgen theilweise wieder. An der Stelle der kühnen Gipfel der trachytischen Cantalgebirge und der noch thätigen Vulcane von Teneriffa und Amerika's stellen sich in kleinen Gebirgen und Hügeln nur Kegel ein, wie manche der Basalte und Phonolite des nördlichen Böhmens, der Hegau u. s. w. Die Kegel der Salsen oder die Hornillo's der Jorullo-Gegend in Mexiko repräsentiren im Kleinen die hohen vulcanischen Dome und Kegel Java's.

Zwischen der Hervorbringungsart der isolirten Kegel von vulcanischem Ursprung und von neptunischer Art ist der Hauptunterschied, daß die Verwitterung und Wasserzerstörung gewöhnlich viel mehr auf neptunische als auf vulcanische Gebilde gewirkt zu haben scheinen, indem im Gegentheile die großen vulcanisch-plutonischen Gebilde ungeheuer viel durch verschiedene Nebenumstände und Phasen des Vulcanismus in ihrer Ausbreitung und ursprünglichen Masse gelitten haben. So kennt man den hohen basaltischen Peter-Botte auf der Insel Mauritius, den spitzigen Kirchen- oder St. Michel-Fels in Puy en Velay, die Detunata-Basaltfelsen bei Vörospatak in Siebenbürgen, den basaltischen Arthurseatberg bei Edinburg, die vielen Basaltkegel im Hessischen und Hannoverischen, den Adamsberg auf Ceylon, manche Granitberge des wüsten Arabiens, China's und der Mongolei, den Granitberg bei Castleton-Braemar in Schottland, manche Granitfelsen des westlichen Böhmens, die Trachytkegel unfern Dimotika in Thracien oder vom Schloß Zvetschan bei Mitrowitza in Ober-Mösien u. s. w.

Dagegen in den neptunischen Gebilden gibt der Kalkstein öfters als der Sandstein Anlaß zu isolirten Bergen, wie z. B. die Kalkhügel des Theseus-Tempel oder der Akropolis in Athen, zu Salonik, zu Prisren, zu Kosnik in Serbien u. s. w., gewisse Höhen des Libanon, die kleine Kalkpyramide zu Hörnstein (Nieder-Österreich) u. s. w., der Jura-Tafelberg zu Poitiers u. s. w. Für Sandstein-Kuppen

können die Wartburg-Anhöhe bei Eisenach, die der Nürnberger, Würzburger und Koburger Schlösser u. s. w.; für Conglomerate sammt Kalkstein der Mont Serrat in Spanien u. s. w.; für Kreidesandstein der Quadersandstein dienen. Das Tertiäre, selbst das niedere, wenn es durch tiefe Thäler durchfurcht ist, stellt manchmal sehr spitzige einschichtige Berge dar, wie z. B. in Volterra in Toskana, wo der Miocän-Muschel-Tegel durch seine Bedeckung mittelst marinem Grobkalk vor Zerstörung geschützt wurde. Auf etwas andere Art entstand der Mont Peyroux bei Montpellier, der Genfer Molasse-Berg, die tafelartige Lias- und untere Jurahöhe zu Langres, der Berg zu Pisano in Istrien u. s. w.

Ältere Schiefer mit Quarzit bilden auch, wie theilweise schon gesagt (Sitzber. 23. Juni 1864), ähnliche isolirte Kegel, wie z. B. bei Wisa in Thracien, zu Laibach, Graz, im Innern des westlichen Indostan u. s. w.

Eine eigene Art von isolirten Felsen und Gebirgsmassen findet man in gewissen Thälern oder an dem Laufe der Flüsse, welche als wirkliche Hieroglyphen für die Entzifferung der geologischen Umwandlungen in jenen Gegenden dann dienen. So sieht man zum Beispiel vor dem Donau-Engpass vor Preßburg bei Hainburg massive Kalkfelsen im Alluvium stehen, welche doch einst mit den Kalkfelsen bei Theben zusammenhingen. Mag man nun für das Einzelnstehen jener Kalkfelsen die Wirkung des fließenden Wassers, so wie der Verwitterung in Rechnung bringen, die Thatsache scheint nur ganz erklärbar durch die Annahme einer Gebirgsspaltung, oder man könnte sich selbst an jener Stelle einen ehemaligen hohen Kalkdamm denken, welcher später beim Sinken der Gewässer zu einem großen Wasserfall möglichen Anlaß gab. Um dieser letzten Vermuthung einige Wahrscheinlichkeit zu geben, müßte man aber einen jetzt gänzlich weggeschwemmten Damm zwischen dem Leithagebirge und dem kleinen Inselgebirge südlich von Hainburg annehmen.

Auf dieselbe Weise sehen wir westlich von Bex den Muschelkalk- oder Triashügel von St. Triphon aus der Alluvialebene hervorragen, als mögliche Überbleibsel eines ehemaligen Dammes quer durch das jetzige Rhonethal, so daß das Walliser-Land nicht nur durch den Flötzkalkstein-Engpaß von St. Moritz, sondern auch weiter unter Bex als ein Alpensee einst abgesperrt war. Nach

diesen Ansichten wären die drei isolirten massiven Hügel von Gosau-Conglomeraten in und um Salzburg auch nur die Überbleibsel eines großen Dammes für den ehemaligen See der oberen Salza, welcher vielleicht auch einst bei Salzburg sich durch einen großartigen Wasserfall nördlich entleerte.

Bei Kurvin-Grad in Ober-Mösien wurde vielleicht einst die obere bulgarische Morava auch durch einen Damm abgesperrt, denn man sieht noch an ihrem nördlichen Ufer einen Hügel als Überbleibsel dieses Hindernisses.

Wenn man einmal solche Beispiele vollständig studirt und sich erklärt hat, so gibt es keine Mühe Ähnliches im größeren, so wie im kleineren Maaßstabe sich zu vergegenwärtigen. So z. B. wird es einem ganz deutlich, daß südlich von Meissen bei Göhlis einst die Elbe mit einem viel höheren Wasserpunkt einen großen jetzigen Hügel als eine Insel umfloß. Einmal bewegten sich die Fluthen von Mölk über St. Pölten vor dem Durchbruch unterhalb Stein u. s. w. Der jetzige durch die Donau vom Leopoldiberg jetzt getrennte Bisamberg ragte einst als Vorgebirge oder Insel in dem tertiären Meere oder vielleicht selbst in dem Gewässer der alten Alluvialzeit des Wiener Beckens empor. In noch größerem Maaßstabe erscheinen als ehemalige Inseln im ungarischen tertiären Becken die drei Inseln Syrmiens (die Phruska-Gora), Slavoniens und Croatiens, so wie die von Kosaratz in Türkisch-Croatien. Die Pariser Montmartre-Erhöhung bildete einst eine ähnliche Insel, als im Thale der Seine die Flußwässer viel höher standen. Die orographisch-hydrographische Lage der großen Mole-Masse zwischen Genf und Bonneville ist der Art, daß man auch auf den Gedanken kommt, daß es in den geologisch-jüngeren Zeiten eine Periode gegeben hat, wo der spitzige Mole nur als Insel im Meere oder den Gewässern erschien, was schon der alte Saussure herausgegrübelt hatte.

Im Gegentheil im Kleinen haben eine Menge von Gebirgsthälern solche orographisch-potamographische Umwandlungs-Processe durchgemacht, wie es ihre vielen felsigen Engpässe, ihre vielen kleinen Becken, manchmal mit Terrassen, so wie ihre isolirten Felsen vermuthen lassen. Ob nun jene Thäler Spalten oder Erosions-Furchen sind, sie bildeten einst mehrere Abtheilungen, welche meistens auf verschiedenen absoluten Höhen-Horizonten standen. Die Wässer dieser verbanden sich durch Canäle mit oder ohne Wasserfälle und

nur nach und nach entstanden ihre jetzigen Formen mit Hinterlassung einiger kleiner Trümmer ihrer ehemaligen Dämme. Unter vielen Thälern liefert die Mur, die Enns, die Salza, die Arve u. s. w. schöne Beispiele solcher nach und nach gebildeten Thäler.

Es gibt aber eine eigene Bildung von Hügelreihen so wie Hügel, welche manchmal auch Thäler förmlich durchschneiden oder selbst scheinbar wie bei Como schließen. Die Bildung dieser nur aus alluvialem Gerölle und aus Blöcken bestehenden Erhöhungen ist nun seit der besseren Kenntniß der Gletscher und ihrer Producte, so wie der erratischen Formation naturgemäß erläutert worden. Sie sind jetzt unter den scandinavischen Namen von Åsars und Lateral- und Terminal-Moränen wohl bekannt und von allen anderen Erhabenheiten des Erdbodens gänzlich unterschieden.

Eine etwas seltenere Ursache verursachten hie und da kleine isolirte niedrige Hügel, namentlich das Vorhandensein von ehemaligen Süßwasserseen, auf dessen Grund reiche Säuerlinge aus dem kalkigen Boden herausflossen und auf diese Weise durch ihre Auflösung des Kalkes reiche Ablagerungen von kohlensaurem Kalk, als Mergel, Kalktuff, Travertin oder Kalkstein hervorbrachten. Die bekanntesten Beispiele dieser Art sind der Mergelhügel in dem sogenannten blinden oder Sackthale von Steinheim in der Jura-Alb Schwabens, wo die *Paludina multiformis* sammt Überbleibsel von continentalen Säugethieren als charakteristisches Petrefact in Massa auftritt. Ein zweites Beispiel liefert der kleine Kalktuff- und Travertin-Hügel von Öttingen im Jura-Riesbecken und ein drittes der Süßwasserkalk mit etwas Braunkohle im Locle-Thal, welchen v. Buch einst beschrieb.

Fand aber diese Mineralwasserbildung in viel größerem Maaßstabe und in größeren Thälern, wie z. B. in der Auvergner-Limagne statt, so enstand dadurch ein kleines hügeliges Land. Wenn aber die Wasserzerstörung größer war und die verursachten Furchen tiefer, so bildete sich daraus eine solche Orographie, wie man sie zum Beispiel in der Umgegend von Agen zwischen der Garonne und dem Perigord kennt. Die unterliegenden Formationen, hier namentlich die Molasse und das Miocen, werden entblößt und das kalkige Süßwassergebilde bildet nur die Spitzen von Hügeln oder die kleinen ungleichen Flächen von plateauartigen Erhöhungen.

Eine kleine Anzahl von Inseln hängen noch theilweise mit dem Continente zusammen oder sie bilden nur Vorgebirge und keine Inseln. In diesem Falle ist zum Beispiel der Berg Athos, dessen älteres Schiefergebirge nur durch einen sehr schmalen und kurzen Alluvialstreifen mit Macedonien zusammenhängt. Dieselbe Bodenzufälligkeit setzt das südliche Spanien in Verbindung mit dem großen Flötzkalkfelsen Gibraltar's, welcher eigentlich schon zu Afrika gehören möchte. In der äußeren westlichen Hebridengruppe sind solche halbe Inseltrennungen, so viel ich mich erinnere, auch vorhanden. Auch kann man von Griechenland nach der Flötz- und tertiären Insel von Santa Maura kommen oder von der Küste der Normandie den spitzigen Gneißfelsen von St. Michel in der Ebbezeit erreichen. Eine ganz ähnliche Felseninsel mit demselben Namen als die letztere liegt an dem westlichen Ende der Cornwalliser Erdzunge u. s. w.

Die Inseln der Erdoberfläche erscheinen als durch verschiedene Zufälligkeiten von dem Continente getrennte Erdtheile oder nur als hervorragende plutonische oder vulcanische Massen. Die einfachste Form der letzteren Gattungen ist die eines Kegels ohne oder mit Krater (Kameni bei Santorin) oder eines kreisförmigen Berges um einen mit Wasser gefüllten Krater, wie einst die Insel Ferdinandea oder Julia, der Cosima-Vulcan, der Barren-Inselvulcan u. s. w.

Als Beispiel der ersteren Gattung von Kegeln mögen hier folgende dienen: Der Phonolitkegel des Bastrock in der großen Edinburger Bucht in Schottland, oder derjenige von Lamlash im südwestlichen Schottland, der Sienitfels von Ailsa in demselben Meere, der Trachyt-Phonolitkegel Samothraciens, die basaltischen Felseninsel von Tristan d'Acunha und von Ascension u. s. w. Die Insel Fernao do Po in der afrikanischen Bucht von Benin gehört auch zu dieser Art von Inseln, aber wie in manchen ähnlichen der Südsee (Juan Fernandez, die Marquesas-Insel, Otahiti u. s. w.) nehmen die Abhänge des Kegels daselbst vielen Platz ein und geben Anlaß zu Thälern, welche die menschlichen Ansiedlungen mehr als die steilen abschüssigen Flächen der eigentlichen Felseninsel begünstigen. Von dieser letzteren Gattung kommt man dann zu den viel größeren auch vulcanischen Inseln, welche manchmal nur einen, manchmal aber auch mehrere Kegel aufzuweisen haben, wie in der Insel Mauritius oder Bourbon, in den kanarischen Inseln, in den Azoren und überhaupt

in vielen wohlbekannten vulcanischen Inseln der Atlantik, der Pacifik u. s. w.

Nach der verschiedenartigen allmähligen Bildung jener Inseln, nehmen ihre Ufer verschiedene Formen an. Besteht die Insel nur aus einem oder wenigen Kegeln mit Strömen von vulcanischen Materien und vielen Thälern oder Spalten oder sogenannten Barancos, so entstehen daraus solche ganz oder halbsternförmige Orographien, wie man sie charakterisirt in der Insel Palma findet. Waren im Gegentheile die vulcanischen Massenanhäufungen sehr groß und ihre Zerstörungen mächtig, so führten solche Umstände zur Bildung sehr massiver Inseln mit sehr steilen Felsrändern, wenigen Einschnitten und einigen Flächen, wie die Faröer-Inseln, die St. Helena-Insel, gewisse Azoren u. s. w. In anderen ähnlichen Inseln haben Alluvium, so wie quaternäre und auch tertiäre Bildungen neben dem erhabenen Kegel, Hügel und Flachland gebildet, wie in Madeira, den Inseln des grünen Vorgebirges, in Island und in manchen der hinterindischen Inselwelt. Manche andere vulkanische Inseln sind im Gegentheile nur Bruchstücke von Lava-Ausbrüchen und von Tuff- oder Conglomeratanhäufungen, wie wir es so bequem in der Auvergne bemerken, wo ähnliche Überbleibsel von Basaltströmen die Kuppen hoher Berge bilden. Ihre Form ist immer ebenso massiv als ihre Ränder steil. Andere wenig erhabene Inseln können auch nur, wie der Puy Crouelle mit seinem durchbrochenen, mit Asphalt gemengten Basalttuff bei Clermont, einer localen Erhebung ihren Ursprung verdanken.

Die anderen nicht vulcanischen Inseln sind wohlbekannt, von den Continenten nur durch verschiedene Umstände getrennt worden. Das Häufigste ist das Vorhandensein von Erdspaltungen oder locale Versenkungen, wie wir es in den Inseln an der dalmatinischen, norwegischen oder west-schottischen Küste, so wie an Chili's, nordwestlichen Amerika's oder Grönlands Ufern sehen. Unter diesen vom Continente abgetrennten Inseln sind folgende die merkwürdigsten, namentlich die Archipel des arktischen Amerika's, welche Zerstückelung nur ihresgleichen in der hinterindischen Welt findet, dann die Antillen, die von den südlichen Spitzen Amerika's und Ostindiens getrennten Inseln von Feuerland und Ceylon, die als nördlichste Spitze Rußlands bekannte Insel Nova-Zemlia, die Spitzbergen-Gruppe, die große Insel Madagaskar, die britischen Inseln und endlich die Inselreihen der Südsee. Diese Art von Trennung gab

Anlaß zu Inseln ebensowohl mit steilen Rändern als mit flachen oder hügeligen Niederungen, wie z. B. längs dem westlichen atlantischen Frankreich. Wenn solche Inseln sehr einsam geblieben sind und schon viel von der Macht des Wellenschlages gelitten haben, so erübrigen davon oft nur polyedrische Massen mit sehr steilen Felsenufern und ziemlich flacher Oberfläche, wie in gewissen Orkaden, in der Insel von Helgoland, in derjenigen der Schlangen-Insel an der Donaumündung, in dem St. Kilda-Felsen im Ocean, nordwestlich von den schottischen Hebriden u. s. w. Natürlicherweise ist diese Form ausgeprägter in denjenigen, dessen Schichten dem Flötzgebilde (N. Sibirien) zugehören, als in solchen, welche zu den alten Schieferformationen gehören, wie in den Shetland-Inseln, in den Spitzbergen- und Bären-Inseln u. s. w. Zu den Wasserzerstörungen gesellen sich im ersteren Falle die durch Luft und Feuchtigkeit verursachten, welchen so manche Kreide-Sandsteinfelsen (die sächsisch-böhmische Schweiz, Blankenburg, Dep. du Mans u. s. w.), oder basaltische Uferreihen (Irlands Riesendamm, Insel Mull, Tasmanien u. s. w.) ihre fantastischen Formen verdanken.

Nimmt man an, daß die chemische Thätigkeit der unorganischen Natur immer dieselbe auf dem Erdballe hat sein müssen und vielleicht in der Zeit nur in dem Grade ihrer Kraft und Ausdehnung verschieden sich gestaltete, wenn wir uns dann in Gedanken in jene Zeiten versetzen, wo gewisse Theile unserer Continente vom Meere oder Süßwasser bedeckt waren, so müssen wir nothwendig auch solche orographische Formen als die eben erwähnten in den damals auch vorhandenen vulcanischen Inseln wieder finden. Wahrscheinlich stellt sich uns im Rheinthal bei Breisach nicht nur das Modell eines kleinen flachen vulcanischen Inselchens mit steilen Felsenrändern ein, sondern wir finden auch im Kaiserstuhl ein Ebenbild einer unserer jetzigen vulcanischen brennenden oder nicht brennenden Inseln. Die Siebenberge bieten uns im Kleinen, so wie der Mont d'or und Cantal im Großen die wohlbekannten Formen der trachytischen Inseln des indischen Meeres u. s. w. Der Stirling-Castellfelsen oder die massive hervorragende Anhöhe Rackersburg in Steiermark sind Ebenbilder mancher basaltischer oder vulcanischer Tuff-Inseln u. s. w. Der Fuß des Ätna unter Wasser gebracht, so gewänne man ein orographisches Bild, ungefähr wie dasjenige der Insel Fernao do Po, oder die

Central-Cantal-Gebirgsgruppe, in derselben Lage würde der Orographie der Insel Palma sehr entsprechen.

Hat man einmal die Structur der Inseln, Riffe, Küstenfelsen studirt und ihre genetische Ursache ergründet, so erklärt man sich sehr leicht durch Analogie das sonderbare Auftreten von isolirten Felsen und kleinen Hügeln als viereckige, steile Massen, oder allerhand phantastisch geformte Steinmassen wie diejenigen, welche der berühmte Geolog Dana auf den Terrassenabstufungen längs den tiefen und engen canalförmigen Thälern des sogenannten Canon-Terrain, im Colorado uns so handgreiflich schilderte (Geology 1863 f. 940 u. 941). Alle diese können nur die Überbleibsel von Gebilden sein, welche Meer- oder Wasserfluthen fast gänzlich vom Erdboden vertilgten. Merkwürdige Beispiele der Art liefern noch die paar kleinen älteren Kalk- und Trachythügel zwischen Eski-Sagra und Jeni-Sagra im nördlichen Thracien, die fünf Syenithügel in und um Philippopoli u. s. w., die Nummulit-Eocen-Felsenmauer hinter Varna (s. Spratt), manche Trappe oder Basalt- oder krystallinische Felsen an den Hebridengestaden, in Irland, Grönland oder anderswo, welche manchmal selbst durchlöchert sind u. s. w. Solche Zerstörungen müssen nicht nur in der Alluvialzeit, sondern schon in der Tertiärzeit angefangen haben. In dem Falle von Philippopoli kann man außerdem noch mit Herrn Professor Hochstetter an Senkungen denken, welche zwischen dem großen Balkan und dem Rhodope geschehen sind, und die jetzigen Syenitfelsen wären in diesem Falle nur die Überbleibsel von Bergspitzen oder Eruptionsmassen in der Mitte der älteren Schiefergebirge, welche später noch viel von ihrer Höhe unter den Fluthen der tertiären und quaternären Gewässer verloren hätten. Wahrscheinlich würden die so sonderbar hervorragenden rothen Sandsteinfelsen von Belegradschik im nordwestlichen Bulgarien auch nicht ohne große Wasserwegschwemmungen und langwierigen Verwitterungsprocessen entstanden sein.

Die öftere Ursache der Insel- und Felsenhervorbringung, nämlich die dynamischen Erdbewegungen bei Seite gelassen, wenn man die Zerstörungsursachen leicht einsieht, welche zu vielen solchen Bildungen Anlaß gaben oder ihren Umfang wenigstens sehr beschränken, oder ihre Zahl mit der Zeit sehr verminderten, so kommt es Einem oft sehr schwer vor, solche doch gegründete Erklärungen auf gewisse Eigenheiten der Plastik der Continente zu übertragen.

Die Geologen sind wohl schon weit von der Zeit, wo man in dieser Richtung wahrlich unwissenschaftlich viel sündigte. Ich brauche nur an jene unvernünftige Hypothese eines fast allgemeinen chemischen Trappniederschlages zu erinnern, um einige sehr locale Basalt-Eruptionskegel oder selbst nur um einige Bruchstücke von Lavaströmen zu erklären. Aber wie oft haben selbst bedeutende Gelehrte nach diesen Hilfsmitteln ohne allen Grund gehascht, wenn sie in gewissen Gegenden die Ausbreitung der Formationen und besonders der tertiären und quaternären nicht sogleich sich erklären konnten. So z. B. geschah es ehemals für unser Wiener Becken selbst u. s. w. Nur die vielen neueren Beobachtungen über die Fluß- und Meerbildungen verschiedenartiger Natur und eine bessere Kenntniß der Lebensarten der Meeres- und Wasserthiere überhaupt haben die neuere Geologie von diesen unnützen Phantasien gereinigt. Wenn wir aber vernünftiger, naturgemäßer geworden sind, so schließt das noch nicht unsere Impotenz aus, gewisse Probleme der Bodenplastik regelrecht lösen zu können. Hier einige merkwürdige Beispiele der Art: Bekannterweise erheben sich aus der großen Alluvialebene des mittleren nördlichen Europa hie und da nicht nur einige Höhenzüge wie der ältere im Magdeburgischen, wie die von jungen Flötzgebilden und tertiären in Mecklenburg, Holstein, Rußland, in den Steppen südöstlich von Orenburg u. s. w., sondern, was dem Auge noch mehr auffällt, kleine Berge steigen spärlich einzeln und nicht in Gruppen aus diesem flachen Boden heraus. So kennt man im nordwestlichen und nördlichen Deutschland vorzüglich Kreide-Inselchen, seltener die Köpfe älterer Flötzformationen, wie Juraschichten, vorzüglich die Gypsberge von Segeberg im Holsteinischen, den Gypsberg bei Lüneburg, den bei Sparenberg, welche alle die Nähe des salzreichen bunten Sandsteines andeuten, was auch die Bohrungen hinlänglich nach und nach bewiesen haben. Dann erheben sich außerdem aus der Ebene kleine Kuppen von Muschelkalk (Rudersdorf), von Juraschichten (im baltischen Preußen und Polen), von Paläozoischem (im baltischen Rußland), von Schiefergebirgen, so wie von krystallinischen Felsarten, wie z. B. im unteren Schlesien, Polen u. s. w.

Besieht man sich genau jene meistens mit steilen Rändern versehenen Höcker des sonst flachen Bodens, so kann man nicht umhin darin die Überbleibsel von mächtigeren Gebirgsmassen zu erkennen, welche von Wasserfluthen und atmosphärischen Zerstörungen sehr

viel zu leiden gehabt haben. Alle Geologen sind in diesem Punkte einig, aber keiner hat noch die Behauptung gewagt, daß jene ganze große Ebene mit Gebirgen in der Flötzzeit besetzt war. Weiter hat auch Niemand die muthmaßliche ehemalige Höhe jener Berge oder Hügelreihen ausgeklügelt. Daneben steht eine Thatsache fest, namentlich daß das Alluvium jüngere Flötzgebilde in den erwähnten Höhenzügen bedeckt, was durch die Menge der Gerölle und selbst durch kleine oder sehr große Bruchstücke solcher Felsarten unzweifelhaft bewiesen ist. Doch hat das Studium der verschiedenen Richtung im Laufe der großen Flüsse auf den Gedanken von dynamischen Erdbodenbewegungen geführt. Wenn man aber auf solche Art Spaltenbildungen annimmt, so kommen andere Bewegungen, wie Senkungen und Hebungen, auch in den Bereich der Möglichkeit. Nimmt man aber große Senkungen an, so braucht man nicht so große Diluvialzerstörungen vorauszusetzen, um sich diese ungewöhnliche Bodenplastik zu erklären. Die meisten kleinen Hügel in dieser deutschen Ebene befinden sich in der Mitte auf der Verlängerung der Richtung des Riesengebirges und im Nordwesten in der Richtung der Weser oder westphälischen Kette oder wenigstens auf Linien, welche mit diesen Richtungen parallel laufen. Im südlichen Rußland stehen einige Erhöhungen in ähnlichen orographischen Verhältnissen mit mehr südlich liegenden vorzüglich krystallinischen Hügelzügen. Diese Thatsachen stützen aber alle die erwähnte Senkungstheorie.

Mit diesen Bemerkungen ausgerüstet, kann man zur Erklärung der sonderbaren Configuration mancher Gegenden des nördlichen inneren Afrika's schreiten. In dieser Region stellen sich oft plateauähnliche Erhöhungen von großer Ausdehnung und mittelmäßiger absoluter Höhe ein, auf welchen eine Menge von kleinen isolirten Kuppen und selbst Gebirge sich erheben. Um sich diese als ein verbundenes Ganzes zu denken, müßte man zu ungeheuren Wasserfluthen-Zerstörungen, so wie zu mächtigen atmosphärischen Zerstörungseinflüssen seine Zuflucht nehmen. Obwohl einige dieser krystallinischen Felsenkuppen (Murzuk u. s. w.) nur plutonischen Eruptionen ihren Ursprung verdanken und manche andere nur zerstückelte Gebirgsketten vorstellen mögen, so wäre es doch erlaubt zu fragen, ob nicht jene afrikanischen Bodenzerstörungen noch aus jener Zeit, theilweise wenigstens, herrühren möchten, wo die zwei Amerika getrennt waren und die Äquatorialströmungen

ungefähr um die Mitte der Erdkugel nördlich vom Äquator sich bewegten. Da man endlich weiß, daß die jetzige oceanische Hauptbewegung nur während der tertiären Miocen-Zeit angefangen hat, so müßten nach Voraussetzung gewisser Niveauveränderungen der Continente in der alten Welt, alle Flötz- und älteren Formationen des nördlichen und mittleren Afrika's dadurch früher gelitten haben. Auf diese Art würde sich die Bildung daselbst von so viel einzelner Berge sowohl von Granit-Gneiß oder von Paläozoischen als von Salzthon, Gyps, Sandstein oder Basalt erklären lassen. Diese Theile wären allein diejenigen, welche den Strömungen mehr Widerstand geleistet oder mehr Schutz gegen diese Naturgewalt gehabt hätten.

Ein anderes schwieriges Problem ist die Erklärung der Bildung der Kreide und eocen-tertiären Plateau unfern des Aral-See's in jener ungeheuren Steppenregion, welche vom kaspischen Meere weit ins Innere Asiens sich erstreckt. Einst hatte man ganz einfach diese Erhöhung als ein Überbleibsel einer ehemaligen Decke über das ganze flache Land sich gedacht. Es scheint aber diese Hypothese nicht die richtige zu sein, obgleich unstreitig das große Becken einmal unter Meerwasser stand und wahrscheinlich in jenem Binnenmeere starke Strömungen waren. Ob letztere hauptsächlich von West nach Ost oder in entgegengesetzter Richtung gingen, bleibt noch zu erforschen, wenn man das centrale Asien oder das nördliche China und die Tartarei von der Gobi-Wüste bis nach dem kaspischen Meere wird geognostisch aufgenommen haben. Wie könnte man sich den Schutz erklären, welcher dieses aralische Plateau von Ust-Ust vor der allgemeinen Zerstörung bewahrt hat oder wurden solche Gebilde nur in jenem kleinen Districte und nicht anderswo hervorgebracht und was mag die Ursache dieser Ausnahme gewesen sein? Haben da nicht große Senkungen mehr als Wasserfluthenzerstörungen ihren Antheil an dieser sonderbaren Erdboden-Beschaffenheit gehabt? In welchen Verhältnissen mit solchen möglichen Naturbegebenheiten steht das kleine Steppengebirge, welches mehr gegen Norden liegt und Kupfererz enthält?

In gewissen tertiären Becken muß man naturgemäß ebensowohl die gröberen Alluvialsedimente der Flüsse in der Peripherie als die feineren mehr in der Mitte finden, indem nur auf eigenen günstigen Plätzen die Überbleibsel von Korallenriffen oder von Pflanzenanhäufungen bemerkt werden können. Solche allgemein gültige Lehren

finden aber in dem Falle der großen kaspisch-aralischen Niederung kaum eine Anwendung, obgleich die südliche und nördliche Lagerung von Braunkohlen damit zu harmoniren scheint. — Einst war gewiß diese große Niederung mit Seewasser bedeckt, später wurden in mittlerer tertiären Zeit diese Wässer brackisch, ob aber in der älteren Alluvialzeit Süßwasser letzteres gänzlich ersetzte, scheint kaum der Fall gewesen zu sein. Überhaupt über die geologischen Phasen, welche diese Ebenen und Steppen in der Alluvialzeit durchgemacht haben mögen, sind wir noch nicht hinlänglich aufgeklärt.

Die plastischen Erläuterungen der drei größten Becken der alten Welt führen unwillkürlich zu der Erkenntniß von großen Wasserbewegungen ungefähr in der Richtung der Erdparallele. Das afrikanische Becken hatte, oder besser gesagt bewahrte oder erhielt meistentheils die höchste absolute Höhe unter ihnen, indem ihre Senkungen vorzüglich nur als locale erscheinen, wie in denjenigen in Egypten u. s. w., zwischen Algerien und Tunesien, in dem See Melghigh u. s. w. und an dem Tschad-See. (Siehe Angelot Bull. Sc. geol. de Fr. 1841, B. 14, S. 356, 1845 N. F. B. 2, S. 416, u. 1848, B. 5, S. 151.) Im Allgemeinen wächst das Boden-Niveau dieser Mulde von Westen nach Osten und ihre Ränder sind größtentheils höher südlich als nördlich, nur der große Atlas macht eine Ausnahme von dieser Regel. Westlich verliert sie sich in der Atlantik und östlich endigt sie in den fast höchsten Gebirgen Afrika's, so daß man sich fragen kann, wo der östliche Ausgang der Äquatorialströmungen in geologischen ante-tertiären Zeiten wohl gewesen sein mag.

Die Antwort zu diesem Räthsel scheint in der geognostischen Natur des abyssinischen Hochlandes, so wie in derjenigen der Höhe mehr südlich liegender Gebirge (Kilmandschoro, Mond-Gebirge u. s. w.) gefunden zu sein; denn wie die Trennung der beiden Amerika und die Sperrung des Canals zwischen der Atlantik und der Südsee durch vulcanisch-plutonische Eruptionen geschah, so möchte wohl etwas Ähnliches zwischen dem indischen Gewässer und der großen Mulde Nord-Afrika's vorgegangen sein. Jene Gebirge, welche zwischen letzteren beiden Erdniederungen liegen, bestehen namentlich größtentheils aus Trachyte, Basalte, Dolerite, kurz aus einer Unzahl von durch vulcanische Eruptionen erzeugten hohen Massen, deren Alter keineswegs im Ganzen oder im wahrscheinlich-

sten Falle mit einigen Ausnahmen über die tertiäre Zeit reicht. Beide Plätze des Vulcanischen erklären sich leicht, denn der unterirdische Titan fand immer leichter Spielraum in den tiefen großen Erdfurchen, als auf Continental- oder Gebirgsgegenden.

Das niedrige Becken des centralen nördlichen Europa zeigt nicht dieselben bedeutenden Verschiedenheiten in seinem allgemeinen Niveau. Obwohl seine absolute Höhe sich gegen Westen vermindert, so unterscheidet es sich von dem nordafrikanischen, weil sein Boden ungefähr eine allmählige von Süden nach Norden schiefe Fläche bildet und seine tiefste Senkung auf diese Weise nicht südlich, wie im Falle Afrika's in der Mitte des Beckens, sondern gegen Norden im baltischen Meere ist.

Doch da Europa eigentlich nur zwei Vorgebirge oder vorgeschobene Stücke Asiens vorstellt, so gestaltet sich die nordeuropäische Niederung nur als ein Theil einer viel größeren, welche bis ins Innerste Asiens in die sogenannte Tartarei und Mongolei reicht. Wenn die Gebirge in Belgien, am Nieder-Rhein, in Nord-Deutschland und Schlesien den Wasserfluthen keinen hinreichenden Widerstand geleistet hätten, so wäre diesem großen ehemaligen Binnenmeere keine so gegen Südost gekrümmte Form zu Theil geworden. Wie in Afrika bestehen erstlich auf diesem ehemaligen Meeresboden neben sehr ausgedehnten Ebenen und Steppen auch kleine isolirte Gebirge oder Terrainerhöhungen, besonders in ihrer sibirisch-mongolisch-chinesischen Verlängerung. Dann fanden auch Senkungen in diesem europäisch-asiatischen trogartigen Kessel statt. Die größte Ausdehnung dieser wurde zwischen dem kaspischen und aralischen Meere erreicht, die tiefste aber fand fast in der Mitte, wie in Afrika, nämlich im kaspischen und schwarzen Meere statt. Wie das skandinavische Hochberggerippe, das Erdloch der Baltik oder die Alpenkette und ihre Fortsetzungen auf einer Seite ein tiefes Becken, und auf der andern das mittelländische Meer nach den dynamischen Erdgesetzen bedungen, so stellen sich in Afrika vor den Ketten ihres Innern ebensowohl die Tschadsee-Niederung als die Bildung so vieler (6—8) jetzt entdeckter Seen ein, indem in Asien neben dem hohen Kaukasus und vor den gewaltigen Gebirgen zwischen der Tartarei und Indien der Erdboden sich noch gewaltiger als anderswo senkte und selbst dadurch zu drei großen Binnenmeeren Anlaß gab. Der künftigen Thätigkeit der Geologen ist die Lösung der Frage an-

gewiesen, in welcher Art und zu welcher Zeit dieses große europäisch-asiatische Binnenmeer von den chinesischen Gewässern getrennt wurde. Das einzige, was man darüber weiss, ist, daß kein hoher Hindo-Kusch die Ursache davon ist, und vielleicht waren es nur die Zufälligkeiten des Vulcanismus oder kleine Kettenerhebungen, welche den Grundanlaß zu dieser auffallenden Boden-Plastik gaben. Mochten selbst wie in Afrika Senkungen in Europa theilweise wenigstens daran Schuld sein? Da aber eine Verbindung der asiatischen Niederung mit dem Eismeere besteht und das Terrain sich vom Innern gegen letzteres senkt, so könnte man sich vielleicht an der Stelle der problematischen alten vermeinten chinesischen Meerenge eine Art von Bucht oder Sackgasse denken, von wo aus die Wasserfluthen gegen Norden getrieben gewesen sein mögen. In allen Fällen ähneln sich sehr im Großen diese beiden ungeheuren Niederungen des Erdballes in der alten Welt, da beide gegen Osten in Gebirgen, so wie gegen Westen im Meere ihr Ende haben. Wenn in Asien südlich der großen Niederungen kleinere Binnenmeere, wie das von Persien, sich befanden, so bemerken wir in Europa in Böhmen, im Rheinlande, in Frankreich und England geognostische Merkmale ähnlicher Art.

Die Richtung aller dieser großen Becken namentlich der von Osten nach Westen deutet offenkundig auf Äquatorialströmungen, und überhaupt ist diese Richtung diejenige von einer Unzahl von orographischen, potamographischen und marinen Eigenheiten der Erdoberfläche, welche zu sehr verschiedenen geologischen Zeiten durch dynamische Erdumstaltungen oder durch Meeresströmungen erzeugt wurden.

So z. B. kennt man als dazu gehörend das baltische und mittelländische Meer, die beiden großen Niederungen, welche die Alpenkette von beiden Seiten begrenzt, diejenigen zwischen den Pyrenäen und dem übrigen Frankreich u. s. w. Gibraltar wurde von Afrika, so wie Corsika von Sardinien, wie selbst Sicilien von Italien in derselben Richtung getrennt. Haben wir in der westlichen Türkei (Nord-Albanien, Thessalien-Epirus) ehemalige vorhandene, von Westen nach Osten gehende tertiäre Canäle bewiesen, so bemerken wir als parallele Senkungslinien die Trennung des nördlichen Theiles Euböa's von Thessalien, die durch die große Bucht von Korinth-Arta vom continentalen Griechenland isolirte Morea, die von Griechenland

getrennte, von West nach Ost sich erstreckende Insel Kreta, die Meeresenge zwischen Candia und Afrika oder zwischen jenem Erdtheile und Sicilien, die Form des östlichen Theiles des Mittelmeeres vor Syrien u. s. w.

Unter diesen Beispielen bleibt es immer sehr merkwürdig, auf den Küsten dieser jetzt durch Seewasser getrennten Erdtheile außer Alluvium tertiäre Bildungen und selbst die ältere zu beobachten, wie z. B. am südlichen Rande der Arta-Bucht im Isthmus von Korinth, in Kreta, im südlichen Sicilien, im nördlichen Afrika u. s. w. Es scheint, als wenn alle diese jetzigen verschiedenen Meerwasserböden einst in älterer Tertiärzeit wenigstens ganz oder größtentheils mit tertiären Ablagerungen bedeckt waren, wie in der damals vorhandenen Meeresenge des Pindus bei Metzovo (siehe Sitzber. 1870, 1. Abth. Bd. 60) u. s. w. Nach der Miocän-Zeit oder nach dem hervorgebrachten Zusammenhang von Nord- und Süd-Amerika nahm aber die allgemeine Richtung der Wasserfluthen in manchen Erdgegenden eine andere Richtung, indem zu gleicher Zeit oder später gewisse Strömungen durch ältere oder neue Gebirgsketten, locale Bodenerhebungen oder Senkungen der Wässer-Niveau von ihrem älteren Laufe abgelenkt wurden.

Über einen einfachen Apparat zur Nachweisung des magnetischen Verhaltens eiserner Röhren.

Von Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Prag.

(Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt.)

In der zweiten Abhandlung meiner „elektromagnetischen Untersuchungen“ (akad. Anzeiger vom 19. Mai d. J.) habe ich nachgewiesen, daß weite Röhren aus dünnem Eisenblech bei Stromstärken, welche eine gewisse Grenze nicht überschreiten, viel stärker magnetisch werden als gleich lange massive Stäbe von gleichem Gewichte bei gleicher magnetisirender Kraft, so daß solche Röhren bei gewissen Stromstärken sogar bedeutend schwereren massiven Stäben überlegen sind, daß jedoch bei größeren Stromstärken die Überlegenheit der letzteren hervortritt, indem ja der dem Gewichte proportionale Grenzwerth des erreichbaren Magnetismus (wie ich in meiner Abhandlung „über die Grenzen der Magnetisirbarkeit“ nachgewiesen habe) von der Form der Elektromagnete unabhängig ist.

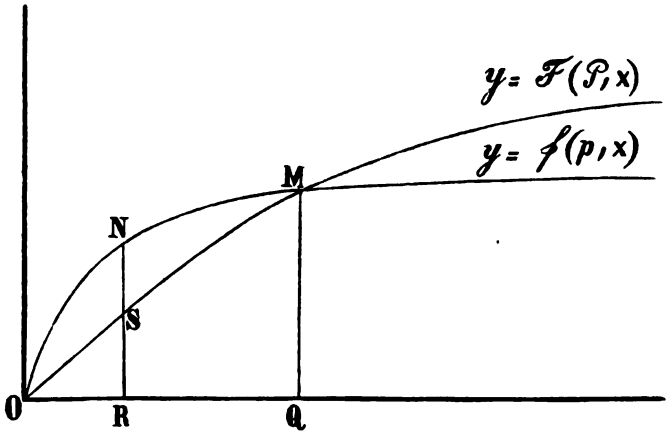
Diese Thatsache läßt sich mittelst eines sehr einfachen Apparates welchen ich vor Kurzem construirt habe und welcher in der beigefügten Zeichnung abgebildet ist, zum Gegenstande eines eclatanten Experimentes machen.

An einem Wagebalken ist einerseits ein massiver eiserner Cylinder und anderseits ein zur Herstellung des Gleichgewichtes mit Tara gefülltes gleichlanges Rohr von größerem Durchmesser aber viel kleinerem Gewichte, aus dünnem Eisenblech gefertigt, aufgehängt, und zwar in solcher Höhe, daß die beiden auf solche Art äquilibrirten Cylinder etwa zur Hälfte in zwei darunter aufgestellte, entsprechend weite und ganz gleich gearbeitete Magnetisirungsspiralen versenkt sind, die miteinander auf die in der Zeichnung angedeutete Art mittelst einer Drahtklemme verbunden sind.

Läßt man nun durch beide Spiralen einen starken Strom gehen, so sinkt der massive Stab, in seine Spirale hineingezogen, in Folge

seines bei dieser Stromstärke größeren magnetischen Momentes; vermindert man aber die Stromstärke durch Einschaltung eines entsprechend großen Widerstandes, so neigt sich der Wagebalken alsbald auf Seite des Rohres, indem bei kleineren Stromstärken das Rohr stärker magnetisch wird. Der Übergang aus einer Lage in die andere entspricht einer Stromstärke, bei welcher sich ein labiles Gleichgewicht einstellt, indem jener Eisenkern das Übergewicht erhält, welchen man tiefer in seine Spirale senkt. Zwischen dieser mittleren Stromstärke und Null liegt eine Stromstärke, für welche das Übergewicht des Rohres über den massiven Stab sein Maximum erreicht, während das Maximum des Übergewichtes des massiven Stabes über das Rohr einer unendlich großen Stromstärke entsprechen würde.

Bezeichnet man nämlich (wie in der nachstehenden Figur angedeutet ist) mit $y = F(P,x)$ und $y = f(p,x)$ die Intensitätscurven für den massiven Stab vom Gewichte P und das Rohr vom Gewichte p, wobei x die magnetisirenden Stromstärken und y die beim beschriebenen Versuche in Betracht kommenden erregten Magnetismen bedeuten (welche Magnetismen entsprechende aliquote Theile von denjenigen sein werden, die dieselben Eisenkerne bei gleicher Strom-



stärke in der normalen Lage in der Mitte der Spirale annehmen würden), so erhebt sich, wie aus meinen Versuchen hervorgeht, bei kleineren Stromstärken die Curve $y = f(p,x)$ über die andere und durchschneidet dieselbe in einem Punkte M, dessen Abscisse $OQ = x'$ eben jene Stromstärke ist, welche dem massiven Stabe und dem Rohre gleiche Momente y' ertheilt. Über diese Stromstärke hinaus

verläuft die Curve $y = F(P, x)$ über der anderen, indem sich beide ihren Asymptoten nähern, deren Abstände von der Abscissenaxe den Gewichten P und p proportional sind. Zwischen dem Ursprunge O und dem Punkte M, d. i. $x'y'$, ist die Differenz $f(p, x) - F(P, x)$ positiv und erreicht für eine gewisse zwischen 0 und x' gelegene Abscisse OR ihr Maximum NS.

Bei meinem Apparate sind die Dimensionen folgende: Der massive Stab ist ein 103 Mm. langer und etwa 14 Mm. dicker Cylinder von nahe 128 Grammen Gewicht, während das gleichlange und etwa 17 Mm. weite Rohr nur 24 Grammen wiegt. Jede der beiden Spiralen ist 91 Mm. hoch und 30 Mm. weit und hat 144 Windungen eines 3 Mm. dicken Kupferdrahtes. Der Wagebalken ist so eingestellt, daß bei horizontaler Stellung desselben die Eisenkerne etwa 45 Mm. weit aus den Spiralen hervorragen, also mit ihren unteren Enden etwa bis zur Mitte der Spirale hineinreichen. Als Stromquelle dienten zwei Kohlenzinkelemente und als Stromregulator ein Schrauben-Rheostat oder eine Widerstandsscala.

Der beschriebene Versuch, der bei richtiger Einstellung des Wagebalkens stets mit Sicherheit und Präcision gelingt, gestattet eine elegante Demonstration dieses instructiven Beispieles magnetischer Sättigung mit überraschender Evidenz.

Über

XX. SITZUNG VOM 21. JULI 1870.

Das k. k. Handelsministerium zeigt mit Note vom 14. Juli l. J. an, daß die cisleithanischen Eisenbahnverwaltungen sich zu Ermäßigungen der Fahrpreise für die Theilnehmer an dem geographisch-commerciellen Congreß in Antwerpen bereit erklärt haben.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Zur wissenschaftlichen Verwerthung des Aneroides", von Sr. Excellenz, dem Ehrenmitgliede Herrn Vice-Admiral B. Freiherrn v. Wüllerstorf-Urbair.

„Kritische Durchsicht der Ordnung der Flatterthiere oder Handflügler *(Chiroptera)*. Familie der Fledermäuse *(Vespertiliones)*." IV. Abtheilung, vom Herrn Dr. L. J. Fitzinger in Pest.

„Beiträge zur Theorie der elektrischen Nervenreizung," vom Herrn Julius König in Heidelberg.

„Über die Anziehung, welche eine Magnetisirungsspirale auf einen beweglichen Eisenkern ausübt", vom Herrn Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Prag.

„Notiz über die Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung und dem Siedepunkt", vom Herrn Prof. Dr. Ad. Lieben in Turin. Dieselbe ist für den „Anzeiger" bestimmt.

Herr L. Hasselmann zu Söndershoved bei Veile in Jütland, übersendet eine Abhandlung zur Prüfung, betitelt: „Die Theorie der Schöpfung und ihre Anwendung."

Herr Wilh. Zippe, Wardein beim k. k. Punzirungsamte in Triest, übermittelt als Geschenk für die Akademie 35 Briefe von Mohs und 37 vom Grafen Sternberg an seinen Vater, weil. Franz Xav. Zippe.

Herr Hofrath Dr. J. Škoda überreicht eine Abhandlung des Vorstandes der Klinik für Laryngoskopie, Herrn Docenten Dr. Leopold von Schrötter: „Über die Wirkung des *Tartar emet.*

und des *Chinin bisulf.* auf die Temperaturverhältnisse bei der croupösen Pneumonie.“

Herr Prof. Dr. Edm. Weiss übergibt eine „Zusammenstellung der auf die Physik der Sonne sich beziehenden Beobachtungen während der totalen Sonnenfinsterniß vom 18. August 1868“.

Herr Custos Dr. A. Schrauf legt eine Abhandlung: „Mineralogische Mittheilungen“ vor.

Herr L. Gegenbauer überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Aufsuchung der Bedingungen, welche erfüllt sein müssen, damit alle particulären Integrale einer linearen Differentialgleichung, deren Coëfficienten rational, ganz und algebraisch sind, von der Form $y = \varphi[(x+a)^n]$ sind.“

Herr H. Wittek, Assistent an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie & Erdmagnetismus, legt eine Abhandlung: „Über die tägliche und jährliche Periode der rel. Feuchtigkeit in Wien“ vor.

Herr Dr. C. Toldt, k. k. Oberarzt und Docent an der Josephs-Akademie, übergibt eine Abhandlung: „Beiträge zur Histologie und Physiologie des Fettgewebes.“

Herr Dr. E. Lippmann überreicht zwei Abhandlungen, und zwar: 1. „Untersuchungen über die Phenoläther,“ und 2. „Über das Benzoylsuperoxyd und sein Verhalten gegen Amylen.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia delle Scienze di Torino: Atti. Vol. IV, Disp. 1ª—7ª. Torino, 1869; 8°. — Sunti dei lavori scientifici letti e discussi nella classe di Scienze morali, storiche e filologiche dal 1859 al 1865, da Gasp. Gorresio. Torino, 1868; 8°.

Ångström, A. J., Recherches sur le spectre solaire. Upsal, 1868; 4°.

Annalen der k. Sternwarte bei München. XVII. Band und IX. Supplementband. München. 1869; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 8. Jahrgang, Nr. 14. Wien, 1870; 8°.

Argelander, Fr. W. A., Astronomische Beobachtungen auf der Sternwarte zu Bonn. VII. Band, 2. Abthlg. Bonn, 1869; 4°.

Basel, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1869. 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXI, Nr. 1. Paris, 1870; 4°.

Cosmos. XIXe Année, 3e Série. Tome VII, 3e Livraison. Paris, 1870; 8°.

Des Moulins, Rapport sur deux Mémoires de MM. Linder et le Cte Alexis de Chasteigner etc. Bordeaux, 1870; 8°.

Gasthuis, Nederlandsch, voor ooglijders: Het tienjarig bestaan van het —. Utrecht, 1869; 8°. — IX. jaarlijksch verslag. Utrecht. 1868; 8°.

Gesellschaft der Wissenschaften, k., zu Göttingen: Abhandlungen. XIV. Band. Göttingen, 1869; 4°. — Gelehrte Anzeigen. 1869. I, & II. Band. Göttingen; 8°. — Nachrichten aus d. J. 1869. Göttingen; 8°. — Astronomische Mittheilungen von der k. Sternwarte zu Göttingen. — I. Theil. Göttingen, 1869; 4°.

— — k. Dänische: Skrifter. 5 Raekke, naturvidensk. og mathem. Afd. VIII. Bd., Nr. 3—5. Kjøbenhavn. 1869; 4°. — Oversigt. Aaret 1868, Nr. 5; Aaret 1869, Nr. 2. Kjøbenhavn; 8°.

— Provinzial Utrecht'sche, für Kunst und Wissenschaft. Verslag. 1869. Utrecht; 8°. — Aanteckeningen. 1869. Utrecht; 8°. — Haeckel, Ernst, Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren. Gekrönte Preisschrift. Utrecht 1869; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXXI. Jahrg. Nr. 26. Wien, 1870; 8°.

Göttingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1868/9. 4°. & 8°.

Greifswald, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1869. 4°. & 8°.

Leyden, Universität: *Annales academici. MDCCCLXIV—MDCCCLXV. Lugduni-Batavorum, 1869; 4°.*

Miquel, F. A. Guil., *Annales Musei botanici Lugduno-Batavi. Tom. IV., Fasc. VI—X. Amstelodami, Trajecti ad Rhenum, Lipsiae, Londini, Parisiis, Bruxellis, 1869; folio. — Catalogus Musei botanici Lugduno-Batavi. Pars I. Hagae Comitis, 1870; 8°.*

Mittheilungen des k. k. technischen & administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1870, 6. Heft. Wien; 8°.

Nature, Nr. 37, Vol. II. London, 1870; 4°.

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrecht'sche Hoogeschool. Tweede Recks I & II. 1867—1868 & 1868—1869. 8°.

Osservatorio, R., dell' Università di Torino: Bollettino meteorologico ed astronomico. Anno III. 1868. 4°.

Peabody Institute: III[d] Annual Report of the Provost. Baltimore, 1870; 8°.

Radcliffe Observatory: The second Radcliffe Catalogue of Stars. Oxford, 1870; 8°.

Revue des cours scientifiques et littéraires de la France et de l'étranger. VII[e] Année, Nr. 33. Paris & Bruxelles, 1870; 4°.

Schmidt, Oscar, Grundzüge einer Spongien-Fauna des atlantischen Gebietes. Leipzig, 1870; Folio.

Societas, Regia, scientiarum Upsalensis: Nova acta. Serie III[tia]. Vol. VII. fasc. I. 1869. Upsaliae; 4°.

Société des Sciences naturelles de Strasbourg: Mémoires. Tome VIe, 2e Livraison. Strasbourg, 1870; 4°. — Bulletin. Ire & IIe Année. 1868 & 1869. 8°.

— botanique de France: Bulletin. Tome XVIIe, 1870. Revue bibliographique. B. Paris; 8°.

Society, The Cambridge Philosophical: Transactions. Vol. XI, Part 2. Cambridge, 1869; 4°. — Proceedings. Parts III—VI. 8°.

— The Royal Geological, of Ireland: Journal. N. S. Vol. II, Part 2. 1868—69. London, Dublin, Edinburgh; 8°.

— The Royal, of Edinburgh: Transactions. Vol. XXV, Part. 2. 1868—1869. 4°. — Proceedings. Vol. VI, Nrs. 77—79. 1868—69. 8°.

Tarry, H., Sur les pluies de poussière et les pluies de sang. 4°.

Tübingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1869. 4°. & 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 36. Wien, 1870; 4°.

Beiträge zur Histologie und Physiologie des Fettgewebes.

Von Dr. C. Toldt,
k. k. Oberarzten und Docenten an der Josefs-Akademie in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

Der Zweck der vorliegenden Abhandlung ist, über die Ergebnisse einer Untersuchung zu berichten, welche ich über das Fettgewebe, und über dessen verschiedene Zustände, so weit sie in den Bereich physiologischer Verhältnisse fallen, vorgenommen habe. Es muß eine solche Untersuchung alle Wandlungen des Fettgewebes, welche den verschiedenen Ernährungszuständen des thierischen Organismus entsprechen, umfassen, sie muß die embryonale Entwicklung desselben verfolgen und außerdem die Aufschlüsse, welche die vergleichende Forschung an verschiedenen Thierclassen bezüglich dieses Gewebes liefern kann, zu verwerthen suchen. Was den ersten Punkt anbelangt, so hielt ich es der richtigeren Verwerthung der Ergebnisse wegen für geboten, den jedesmal gewünschten Ernährungszustand des Thieres durch darauf zielende Nahrungsweise künstlich herbeizuführen. Da dies, wie Czajewicz[1]) bemerkt, am bequemsten und schnellsten bei Kaninchen sich erreichen läßt, wurden vorzüglich diese, aber mit demselben Vortheil auch kleinere Nagethiere, Mäuse, Ratten, Meerschweinchen verwendet. Bei Amphibien läßt sich eine willkürliche Veränderung des Ernährungszustandes schwieriger herbeiführen: jedoch kann man die aus der eigenthümlichen Lebensweise dieser Thiere sich ergebenden Veränderungen des Fettgewebes zu verschiedenen Jahreszeiten für die Untersuchung vortheilhaft ausnützen.

Die ursprüngliche Entwicklung des Fettgewebes kann man an menschlichen und thierischen Embryonen, sowie an Froschlarven

---

[1]) Czajewicz Untersuchungen über die Textur u. s. f. des Fettgewebes. Reichert und Du Bois Archiv 1866. pag. 289.

ohne besondere Schwierigkeit erforschen. Von hervorragendster Bedeutung ist, wie bei allen histologischen Untersuchungen, auch hier die vergleichende Beobachtung der Verhältnisse, welche das Fettgewebe bei verschiedenen Thierclassen darbietet. Ich habe mich vor der Hand auf die Wirbelthiere beschränkt, und vorzugsweise Amphibien und Säugethiere in den Kreis meiner Untersuchungen gezogen, weil dieselben die besten Aufschlüsse zu geben schienen, und die bei Fischen und Vögeln beobachteten Verhältnisse sich genau an die der ersteren anschließen.

Über die Untersuchungsmethoden bemerke ich im Allgemeinen nur, daß ich nach und nach die meisten in der Histologie jetzt gebräuchlichen, und den Umständen gemäß anwendbaren Methoden in Gebrauch gezogen habe, und daß ich namentlich gute Injectionen der Blutgefäße unentbehrlich gefunden habe. Als recht zweckmäßiges, vorbereitendes Verfahren für die Untersuchung des fetterfüllten Gewebes kann ich die Behandlung desselben mit reinem Benzin bezeichnen. Läßt man Benzin auf Fettgewebe, welches durch einige Minuten in Alkohol gelegen war, kurze Zeit einwirken, so löst sich das Fett vollständig, oder je nach der Dauer der Einwirkung in beliebigem Grade auf, ohne daß die geformten Elemente des Gewebes wesentlich verändert werden, und man kann dann mit Zusatz von Benzin, oder nach Auswaschen desselben durch Alkohol mit jeder beliebigen Zusatzflüssigkeit untersuchen, Karminfärbung nachfolgen lassen u. s. f.

Bezüglich der hiehergehörigen Literatur über die Histologie des Fettgewebes kann ich auf den oben erwähnten Aufsatz von Czajewicz verweisen, in welchem dieselbe eine ausführliche Würdigung findet. Es sei noch ausdrücklich betont, daß alles Folgende auf das Fettgewebe, wie es innerhalb physiologischer Bedingungen sich verhält, zu beziehen ist.

Als das erste Ergebniß der Untersuchung kann ich den folgenden Satz aufstellen.

Das Fettgewebe der Wirbelthiere ist ein Organ eigener Art, und darf weder nach seiner Entwicklung, noch nach seinem histologischen Verhalten, noch nach seiner Function dem Bindegewebe zugerechnet werden.

Die allgemein gelehrte Anschauung, daß die Zellen des Fettgewebes nichts als umgewandelte Bindesubstanzzellen darstellen, und daß sohin die Bildung des Fettgewebes an das Vorhandensein von Bindegewebe geknüpft sei, stammt einerseits aus der durch Virchow, Förster, Wittich und Anderen gemachten Beobachtung, daß sich wahre Bindesubstanzzellen zu Fettzellen umwandeln können, und andererseits aus der Thatsache, daß das Fettgewebe an allen Orten seines physiologischen Vorkommens von Bindegewebe umgeben, oder wie man sich ausdrückt, in Lücken des Bindegewebes eingelagert ist. Ich glaube erweisen zu können, daß der Schluß, welcher aus diesen an sich unantastbaren Thatsachen gezogen wird, nicht gerechtfertigt ist, sondern daß der vorstehende Satz die richtige Anschauungsweise über den histologischen Charakter des Fettgewebes in sich schließt.

Die citirten Beobachtungen, daß Bindesubstanzzellen in Fettzellen sich umwandeln können, betreffen nicht Zellen, welche innerhalb der physiologischen sogenannten Fettträubchen eingeschlossen waren, sondern welche außerhalb derselben zwischen Muskeln oder vereinzelt im Bindegewebe lagen. Es wird sich im Verlaufe der Darstellung zeigen, daß diese Thatsache in vollem Einklang mit meiner Auffassung steht, sie läßt sich aber nicht verwerthen um den histologischen Begriff des Fettgewebes festzustellen, denn derartige Erscheinungen kommen nicht unter streng physiologischen Bedingungen vor, sondern sie sind entweder pathologischer Natur, oder fallen unter den Begriff der Mästung. Außerdem können ja auch in gewissen Fällen Zellen anderer Art, z. B. Leberzellen sich zu förmlichen Fettzellen umwandeln [1]).

Das Vorkommen von in Bindegewebslücken zerstreuten Fettträubchen kann an und für sich wohl nicht ihre genetische oder histologische Zusammengehörigkeit mit dem Bindegewebe erweisen, wir müssten denn auch Muskelfasern, welche sich im Bindegewebe einzeln oder zu Bündeln geordnet häufig genug vorfinden, zu demselben rechnen, oder für die einzelnen Drüsenläppchen des Pankreas, welche bei vielen Thieren weit zwischen den Platten des Mesenterium herum zerstreut liegen, eine ähnliche Auffassung einführen wollen.

---

[1]) Virchow. Cellularpathologie 1858. pag. 299.

Wenn man hingegen auf vergleichend anatomischem Wege und durch den Verlauf der Entwicklung des Fettgewebes sicherstellen kann, daß dasselbe bei allen Wirbelthieren ursprünglich an Einem oder an einzelnen wenigen Punkten des Körpers sich selbständig und unabhängig, namentlich vom Bindegewebe, entwickelt, wenn man verfolgen kann, wie dieses Gewebe von hier aus sich verbreitet und fortwächst, wie es im Verlaufe des embryonalen Wachsthums und noch später von anderen Geweben, zumeist von Bindegewebe durchwachsen wird, und daß dasselbe während des ganzen Lebens eine gewisse nutritive und functionelle Selbständigkeit und Einheit bewahrt, dann glaube ich zu dem Ausspruche berechtigt zu sein, daß das Fettgewebe ein für sich bestehendes Organ, wie jedes andere des thierischen Organismus darstellt.

Am einfachsten und zugleich am lehrreichsten gestalten sich in dieser Beziehung die Verhältnisse bei den Amphibien. Die Batrachier (sie standen mir vorzüglich für die Untersuchung zur Disposition) besitzen, wie bekannt, in der Bauchhöhle in unmittelbarer Nähe der Urogenital-Organe ein paariges, mehrfach gelapptes Organ, welches ausschließlich aus Fettgewebe besteht, und wie die anderen Baucheingeweide von einem Bauchfellüberzug überkleidet ist. Dieses Organ wird, soweit ich seine Entwicklung an Froschlarven verfolgen konnte, ursprünglich aus großen, rundlichen, hellen, kernführenden, dicht aneinander gedrängten Zellen gebildet, zwischen denen sich ein engmaschiges Blutgefäßsystem, aber keine anderweitige geformte Zwischensubstanz nachweisen läßt. Meist ist in diesen Zellen bereits an einer oder der anderen Stelle ein größerer oder kleinerer Fetttropfen vorhanden. Es läßt sich in diesem Gewebe nicht Ein Formelement nachweisen, welches dem Bindegewebe eigen wäre, im Gegentheile hat die ganze Anlage viel mehr den Charakter einer Drüse. — Untersucht man die Fettkörper eines Frosches im Winter oder zur ersten Frühjahrszeit, so sieht man dieselben gebildet aus einer großen Anzahl dicht an einander liegender, kugeliger, polygonaler, oft auch mehr plattgedrückter, kernhaltiger Zellen, von denen jede ein kleines, stark gelb tingirtes Fetttröpfchen enthält [1]). Zwi-

[1]) Da von dieser Form der Fettgewebszellen später noch ausführlicher gesprochen werden soll, genüge hier diese kurze Beschreibung.

schen denselben konnte ich außer einem dichten Blutgefäßsysteme keinerlei Formelement sichtbar machen. Wir finden daher auch hier die Charaktere eines reinen Zellengewebes. — Zur Sommerzeit wenn die Fettgewebszellen bereits mit Fett erfüllt sind, ist ebenfalls der rein zellige Bau des Fettkörpers deutlich ausgesprochen.

Von wesentlicher Bedeutung erscheint es mir, daß das Vorkommen von Fettgewebe bei den Batrachiern nicht auf diese einzige Stelle beschränkt ist. C. Langer hat Gefäßknäuel beschrieben [1]), welche an bestimmten Stellen seitlich vom Kreuzbein, unmittelbar an der Wand der *Cysterna iliaca* des Frosches sich finden. Eine nähere Untersuchung derselben an Sommerfröschen ergab, daß sie einer Lage von Fettgewebe angehören, welches regelmäßig an diesem Orte vorkommt; — auch an Frühjahrs- und Winterfröschen konnte man, nachdem einmal die Aufmerksamkeit darauf gelenkt war, die blassen, fettfreien Fettgewebszellen innerhalb der Maschen der Gefäßknäuel constatiren. Eben solches Fettgewebe fand ich außerdem beim Froschgeschlechte constant hinter der Anheftungsstelle der Vorderbeine. Auch an diesen Stellen läßt sich die völlige Unabhängigkeit des Fettgewebes vom umgebenden Bindegewebe darthun, indem sich seine Läppchen bei einiger Sorgsamkeit leicht vollkommen isoliren lassen.

An jungen Embryonen von Katzen und Kaninchen bemerkt man bei äußerer Betrachtung durch die Hautdecken hindurch an bestimmten Stellen lappige hellfarbige Organe, welche sich wie flache Polster zwischen Haut und Muskelschichte ausbreiten. Die einfache Präparation und Besichtigung dieser Organe mit schwachen Vergrößerungen zeigt, daß sie nichts anderes darstellen, als Fettgewebe, welches von den umgebenden Geweben ganz isolirt besteht und ein eigenes, in sich abgeschlossenes Blutgefäßsystem enthält. Eine Vergleichung dieser Fettorgane von Embryonen verschiedenen Alters lehrt, daß dieselben von gewissen Stellen aus sich entwickeln, als welche vorzüglich die Beugeseiten der Hüft- und Schultergelenke

[1]) Langer. Sitzungsberichte der k. k. Akademie d. Wissenschaften Bd. 55. I. Abth. pag. 600.

zu nennen sind. Ältere Embryonen zeigen auch an Hals und Nacken derartige Fettpolster. In der Bauchhöhle ist die erste Entwicklungsstätte des Fettgewebes die Umgebung der Nieren, von wo aus es sich allmälig nach der Leistengegend zu ausbreitet. Das Mesenterium enthält bei Katzen und Kaninchen-Embryonen niemals Fettgewebe. Es ist also bei diesen die Verbreitung des Fettgewebes im Körper im Wesentlichen dieselbe, wie wir sie für den ausgewachsenen Frosch kennen gelernt haben. — An 14 Tage alten Kaninchen war im Mesenterium noch kein Fettgewebe, jedoch war dasselbe von der Nierengegend aus beiderseits bis an die Wirbelsäule zu vorgewachsen. An Kaninchen, welche 3 Wochen alt waren, hatte das Fettgewebe in der Umgebung der Niere massenhaft zugenommen, und hatte von da aus die großen Gefäß-Stämme der Bauchhöhle, namentlich von der Nierenvene aus die untere Hohlvene umwachsen. Hier konnte man an der Wurzel des Mesenteriums in der Nähe der gemeinschaftlichen Mesenterialvene einzelne kleine Fettläppchen, aber im ganzen übrigen Mesenterium noch keine Spur von Fettgewebe nachweisen. Nur im Mesorectum war das Fettgewebe schon mehr entwickelt, im sichtlichen Zusammenhang mit dem von der Nierengegend ausgehenden Fettorgane.

So ließ sich das allmälige Fortwachsen des Fettgewebes von der Nierengegend aus gegen das Mesenterium zu Schritt für Schritt verfolgen.

Eine dieser Ausbreitungsweise des Fettgewebes entsprechende Anordnung desselben erhält sich bei Nagethieren mehr weniger charakteristisch das ganze Leben hindurch, während bei anderen Säugethieren sowie beim Menschen schon im Laufe des Embryonallebens die einzelnen Fettgewebsläppchen mehr weniger vom Bindegewebe durchwachsen werden und sich selbst in einer solchen Weise ausbreiten, daß ihre ursprüngliche Einheit und Zusammengehörigkeit nicht mehr so deutlich hervortritt.

Für die vollkommene Selbständigkeit des Fettgewebes im thierischen Organismus spricht in evidenter Weise auch das Vorhandensein eines eigenen, wohl charakterisirten Blutgefäßsystems in demselben. Der Fettkörper des Frosches besitzt für jede Körperhälfte eine eigene zuführende Arterie, welche sich in mehrere Äste spaltet, von denen in jeden Lappen des Fettkörpers entweder einer oder zwei, je nach der Größe desselben sich einsenken. Diese Äste zer-

fallen in ein sehr dichtes Capillarnetz mit rundlichen Maschen, in welchen die Fettgewebszellen eingelagert sind. (Ob diese Capillarmaschen beim Frosch constant nur eine oder manchmal auch mehrere Fettgewebszellen umschließen, weiß ich nicht bestimmt, sicher zeigen gute Injectionen an gewissen Fischen z. B. Schill, daß jede einzelne Fettgewebszelle von einer Capillarmasche umzogen ist.) Aus diesen Capillaren sammeln sich baumartig kleine Venenwurzeln, welche sich in einen starken Venenstamm, der durch die Mitte eines jeden Lappens sich erstreckt, einsenken. Die Venenstämme der Einzelnlappen vereinigen sich zu einer gemeinschaftlichen Vene des Fettkörpers. Dieses Gefäßsystem besteht in seiner wesentlichen Anordnung, mögen nun die Fettgewebszellen fetthaltig oder ganz fettfrei sein. Bei den Nagethieren ist die Einheit des Blutgefäßsystems für die subcutanen Fettorgane durch anatomische Präparation leicht nachweisbar; so entspringen in den Leistenbeugen aus der *Arteria iliaca externa* ein oder mehrere Stämmchen, welche baumartig sich ausbreitend das hier liegende Fettorgan versorgen. In Folge der Zerspaltung des Fettgewebes in gesonderte Läppchen, welche allen Säugethieren gemeinschaftlich ist, verästeln sich hier die Arterien viel reichlicher als beim Frosche, und bekömmt jedes Fettgewebsläppchen seinen Arterienzweig, welcher ein in sich vollständig abgeschlossenes Capillarsystem bildet (siehe Figur 1). Es kann keine vollständigere Analogie geben, als wie sie in der Blutgefäßverästlung zwischen dem Fettgewebe und den sogenannten acinösen Drüsen besteht.

An die Existenz dieses Blutgefäßsystemes ist nun die Entwicklung von Fettgewebe unmittelbar gebunden. Niemals entwickelt sich Fettgewebe unabhängig von demselben; wo man beim Embryo drei oder vier Fettgewebszellen als Anlage eines Läppchens trifft, ist auch schon das charakteristische Blutgefäßsystem vorhanden, und gleichmäßig mit dem Anwachsen der Zahl der ein Fettgewebsläppchen bildenden Zellen schreitet auch die Entwicklung des Blutgefäßsystems von demselben aus fort. Niemals konnte ich finden, daß isolirt im Bindegewebe aus den spärlichen dort verlaufenden Blutgefäßen sich das Capillarsystem eines Fettgewebsläppchens gebildet hätte, ja nicht einmal daß solche zur Bildung desselben mit einbezogen worden wären. Es soll damit nicht gesagt sein, daß im ausgewachsenen Thierkörper das Gefäßsystem des Fettgewebes ein vollkommen isolirtes bleibe und keine Anastomosen oder irgendwie

färbung u. s. f. gesehen werden können. Virchow rechnet das Fettgewebe in diesem Zustande zu jener Bindegewebsform, welche er als „Schleimgewebe“ oder „gallertiges Bindegewebe“ bezeichnet [1]). Die Beweisführung, welche Czajewicz [2]) für die genetische Identität des Fettgewebes mit dem Bindegewebe unternimmt, ist mir nicht recht verständlich, da mir alles für seine Anschauung Vorgeführte vielmehr für die eben gegebene Auseinandersetzung zu sprechen scheint, mit Ausnahme eines Punktes, wornach man bei neugebornen Thieren „um die Fettpolster herum in dem gewöhnlichen Bindegewebe vorzugsweise zahlreiche, erst in Entwicklung begriffene Fettzellen in allen Stadien der Entwicklung, beginnend von der Bindegewebszelle und endigend mit der von einem großen runden Tropfen erfüllten Kugel“ finde. Ich muß dieser Angabe entschieden entgegentreten, sofern sie das normale Verhalten ausdrücken soll, da ich sowohl an Neugebornen als auch an Embryonen die Bindesubstanzzellen des die Fettgewebsläppchen umgebenden Bindegewebes stets ganz frei von Fett gefunden, nie eine Übergangsstufe von Bindesubstanzzelle zur Fettzelle in demselben gesehen habe. — Auch Wittich [3]) ist schon der Ansicht, daß die Fettzellen des *Panniculus adiposus*, wie wir ihn unmittelbar nach der Geburt treffen, „direct aus embryonalen Zellen hervorgehen, die wohl nie als eigentliche Bindegewebszellen fungirten.“

Hat nun das Fettgewebe in anatomischer und histologischer Beziehung eine selbständige Stellung im Thierkörper, so ist ihm auch eine ganz eigenthümliche physiologische Function, welche namentlich von der des Bindegewebes grundverschieden ist, zugetheilt. Während wir von der normalen Lebensthätigkeit der Bindesubstanzellen aller Art nichts Anderes mit Sicherheit auszusagen wissen, als daß sie zur Bildung und Ernährung der Bindegewebsformen, denen sie angehören, in irgend einer Beziehung stehen, ist dem Fettgewebe, und speciell jeder dasselbe constituirenden Zelle eine physiologische Rolle im Thierkörper zugewiesen, welche weit über die Erhaltung des Gewebes als solchen hinausreicht, eine Rolle, welche in innigster Beziehung zum Gesammtstoffwechsel des Thier-

---

[1]) Virchow. l. c. pag. 43.

[2]) Czajewicz. l. c. pag. 305.

[3]) Wittich. Virchow's Archiv Bd. 9. pag. 194.

körpers steht, und ebenso durch denselben bedingt ist, als sie selbst an seinem normalen Ablauf einen wesentlichen Antheil nimmt. Diese Lebensfunction des Fettgewebes ist gerade so wie die Bildung der Galle an die Leberzellen, an die einzelnen Zellen des Fettgewebes gebunden.

Die Resultate meiner Untersuchungen berechtigen mich in Rücksicht hierauf folgenden Satz hinzustellen:

Das Fett als Bestandtheil der Fettgewebszelle ist ein Product des Stoffwechsels derselben, seine Anhäufung in und sein Verschwinden aus der Fettgewebszelle ist das Resultat der lebendigen Thätigkeit ihres Protoplasma's.

Die Fettgewebszelle tritt dem Beobachter mit dem verschiedenartigsten Aussehen entgegen, je nach den Verhältnissen, unter denen der Thierkörper stand, welchem sie entnommen wurde.

In den früheren Embryonalmonaten ist die Fettgewebszelle eine rundliche, feingranulirte, hüllenlose, kernführende Zelle, welche sich etwa nur durch ihre Größe von einer farblosen Blutzelle unterscheidet. Unter dieser Form wurde die Fettgewebszelle seither nicht als solche, sondern als Bindegewebszelle („Schleimzelle", Virchow) aufgefaßt. Aber sie ist eben so gut schon eine Fettgewebszelle als die „entwickelte" Fettzelle, nur daß wir es mit verschiedenen Zuständen derselben zu thun haben. Hätte das physiologische Stoffwechselproduct der Leberzelle — die Galle — analoge optische und physikalische Eigenschaften wie das Fett, so würde uns die in Thätigkeit befindliche Leberzelle unter dem Mikroskop ein anderes Aussehen bieten als die von Galle freie Leberzelle; wir würden doch immer nur von einer und derselben Leberzelle, aber von verschiedenen Zuständen derselben sprechen.

Ich habe also zwar dem Thatsächlichen der Virchow'schen Darstellung nichts hinzuzufügen und verweise den Leser bezüglich der Beschreibung der verschiedenen Zustände der embryonalen Fettgewebszellen auf die citirten Stellen der Cellular-Pathologie [1]); daß damit aber nicht die Deutung der Fettgewebszellen als Abkömmlinge

[1]) Vergleiche auch: Rollet in Stricker's Handbuch der Gewebelehre pag. 68.
Frey Histologie und Histochemie 3. Auflage pag. 206.
Czajewicz l. c. pag. 303.

der Bindesubstanzzellen zugegeben werden kann, braucht nach dem oben Gesagten wohl kaum mehr besonders hervorgehoben zu werden. Von der Existenz einer Membran um die Fettgewebszellen zu dieser Zeit konnte ich mich niemals überzeugen; hingegen gelingt es ohne Schwierigkeit, diese Zellen für sich zu erhalten — sowohl beim neugebornen Kinde als an Kaninchenembryonen, noch viel leichter bei Froschlarven — ohne daß man etwas entdecken könnte, was auf das Vorhandensein einer Membran schließen lassen könnte. Sollten die von Czajewicz beschriebenen[1]) und als Ausdruck der Membran gedeuteten zarten Contouren nicht vielleicht den Blutcapillaren angehört haben? An Embryonen späteren Alters stellen sich die Fettgewebszellen großen Theils so wie am erwachsenen Thierkörper, der in günstigsten Ernährungsverhältnissen stand, unter der Form dar, die man gewöhnlich mit dem Namen der „Fettzellen" bezeichnet. Man kann an denselben außer dem großen Fetttropfen ohne weiters keine bestimmten Formelemente erkennen; aber schon längst ist es durch verschiedene Hilfsmittel gelungen, eine den Fetttropfen umschließende Hülle nachzuweisen, ebenso wurde die Existenz eines Zellkernes von mehreren Forschern sichergestellt. Man kann denselben sehr klar durch Behandlung des Gewebes mit Benzin zur Anschauung bringen. Über die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Hülle weiß man bis jetzt nichts Sicheres auszusagen, und ich gestehe, daß ich trotz vielfacher Bemühungen weder über ihre Eigenschaften noch über ihre Entstehung mir eine Aufklärung verschaffen konnte. Ich kann nur so viel sagen, daß ich an den embryonalen, fettfreien Fettgewebszellen durch keinerlei Reagens eine Hülle darstellen konnte, daß, wenn die Fettgewebszelle schon einen größeren oder geringeren Gehalt an Fett zeigte, sich nach Zusatz von Essigsäure ein heller Saum an der Zellperipherie bildete, von dem früher nichts zu sehen gewesen war, und daß endlich an Fettgewebszellen mit sehr reichlichem Fettinhalt durch alle Zusatzflüssigkeiten, welche das Fett extrahiren, so wie auch durch Essigsäure sich ein Gebilde sichtbar machen läßt, das man als Hülle auffassen muß. Diese Hülle ist noch nachweisbar an Fettgewebszellen, die aus hungernden Thieren entnommen, entweder noch viel Fett enthielten oder überhaupt an allen Fettgewebszellen, wenn das Hun-

[1]) Czajewicz l. c. pag. 302.

gern nicht sehr lange Zeit gedauert hatte. Bei Winter- und Frühjahrsfröschen, so wie bei Kaninchen, Mäusen und Ratten, welche durch unvollständige Ernährung lange Zeit in abgemagertem Zustande erhalten worden waren, ließen sich an den Fettgewebszellen keine Membranen mehr nachweisen.

Wenn, wie es allerdings geboten erscheint, diese zeitweise vorhandene Hülle der Fettgewebszellen als Zellmembran aufgefaßt werden soll, so läßt sich auf sie die von M. Schulze herrührende Anschauung, daß Zellmembranen gewissermaßen als Alterserscheinungen, als ein Zeichen der Rückbildung der Zellen zu betrachten seien, jedenfalls nicht ausdehnen; denn es läßt sich zeigen, daß die Fettgewebszellen trotz der Membran ihre volle Lebensfähigkeit erhalten.

Von größerer Wichtigkeit als die eben genannten Bestandtheile der „Fettzellen" ist jedoch das Protoplasma derselben. Das Protoplasma, aus welchem der Körper der embryonalen und jeder neugebildeten Fettgewebszelle ausschließlich besteht, läßt sich durch das Mikroskop leicht in derselben nachweisen, so lange als ihr Fettgehalt ein gewisses Maaß nicht überschritten hat. Dann allerdings unterliegt der Nachweis desselben großen Schwierigkeiten. Der Grund hievon liegt naturgemäß darin, daß sich eine geringe Menge von Protoplasma auf einen verhältnißmäßig großen Raum ausbreiten muß und daher nur mehr eine ganz dünne Lage darstellen kann; außerdem wird die Untersuchung noch erschwert, durch die große Differenz in der Lichtbrechung durch Protoplasma und Fett; alle Mittel aber, welche das Fett extrahiren können, bedingen gleichzeitig eine Entwässerung und Schrumpfung des Protoplasmas. Von allen Hilfsmitteln, welche ich behufs der Demonstration des Protoplasmas in der entwickelten Fettzelle in Anwendung zog, schien einzig ein sehr vorsichtiger Zusatz stark verdünnter Essigsäure den gewünschten Erfolg zu haben. Hat dieselbe durch längere Zeit eingewirkt, so sieht man die scharf contourirte Hülle der „Fettzelle" durch einen beträchtlichen Zwischenraum von dem Fetttropfen abgehoben. In diesem Zwischenranme kann man deutlich eine schmale Zone unterscheiden, welche um den gut sichtbaren Kern herum eine erhebliche Verdickung zeigt, nicht scharf umschrieben ist, und aus einer feinkörnigen Masse besteht, welche nur für Protoplasma angesprochen werden kann. An fast allen Präparaten ließen sich

zahlreiche derartige Bilder, wovon Figur 3 ein Beispiel gibt, auffinden. Sollte dieser Nachweis nicht genügen, so läßt sich in anderer Weise das Fortbestehen des Protoplasma's bei jedem Füllungsgrade mit Fett als höchst wahrscheinlich hinstellen. Wenn sich erweisen läßt, daß dieselbe Fettgewebszelle, welche vor einiger Zeit von Fett erfüllt war, und scheinbar keine Spur von Protoplasma zeigte, während der Abmagerung des Thieres, nachdem sie ihren Fettgehalt ganz oder theilweise verloren hat, sich wieder als vollkommen lebensfähige Zelle mit gut charakterisirtem Protoplasma darstellt, und als solche fortbesteht, dann kann man wohl nicht behaupten, daß dieses Protoplasma sich erst während der Abmagerung entwickelt habe, — es muß schon früher dagewesen sein, die Zelle konnte nie ihr Protoplasma — ihre Lebensfähigkeit verloren haben. Dies führt uns zur Betrachtung der Fettgewebszelle im hungernden Thierkörper.

Die Veränderungen, welche die Fettgewebszellen während des Hungerns bei Kaninchen durchmachen, sind bei Czajewicz beschrieben [1]). Ich kann diesen Angaben vollständig beistimmen, mit dem Zusatze jedoch, daß dieselben sich auf Thiere beziehen, welche durch plötzliche vollständige Nahrungsentziehung dem Hungertode verfallen. In diesem Falle verschwindet relativ schnell aus der Fettgewebszelle das Fett, ohne daß der Umfang derselben sich wesentlich vermindert, die Form derselben verändert sich insoferne, als sie mehr plattgedrückt erscheint.

Der Zellkörper ist nun sehr blaß und enthält eine Anzahl kleiner dunkler Körnchen; je mehr das Fett schwindet, um so deutlicher tritt das Protoplasma wieder zum Vorschein, allerdings wie suspendirt in einer wässrigen Flüssigkeit — daher der gebräuchliche Ausdruck: seröse Fettzellen.

Erhält man jedoch ein Thier, das früher gut genährt war, längere Zeit im Zustande hochgradiger Magerkeit, so sieht man, wie die Zellen des Fettgewebes an Umfang bedeutend abgenommen haben und wieder mehr und mehr das Aussehen von Protoblasten gewinnen.

Sehr instructiv sind in dieser Beziehung die Bilder, welche man an den Zellen der Fettkörper von Fröschen, die im Frühjahre aus

---

[1]) Czajewicz l. c. pag. 307. Vergleiche auch Frey l. c. pag. 203.

der Erde ausgegraben wurden, erhält [1]). Zerzupft man ein Stückchen eines solchen Fettkörpers in *Humor aqueus*, und betrachtet die isolirten Zellen bei starker Vergrößerung, so sieht man dieselben in den verschiedensten Formen, theils kugelig oder oval, theils plattgedrückt mit verschiedenartigen Fortsätzen versehen. Bei allen erscheint der Zellkörper fein granulirt, ohne nachweisbare Membran (eine solche ist auch durch Essigsäure nicht darstellbar) mit deutlichem Kern und Kernkörperchen versehen; in seltenen Fällen ist der Kern doppelt vorhanden. Fig. 2 zeigt verschiedene Formen derselben. Die meisten dieser Fettgewebszellen enthalten an einer Stelle des Zellkörpers ein intensiv gelb tingirtes Fetttröpfchen, oder wenn das Fett ganz verschwunden ist, einige kleine gelbe Krümelchen. An vielen dieser, durch den gelben Fetttropfen als Fettgewebszellen legitimirten Gebilden bemerkt man mehr weniger rasche aber ganz deutliche Formveränderungen, welche im Ausstrecken und Wiedereinziehen von Fortsätzen, in Veränderung der Gestalt und Richtung dieser Fortsätze bestehen, kurz Formveränderungen, welche wir an so vielen Zellformen als amöboide Bewegungen kennen. Durch differente Zusatzflüssigkeiten werden dieselben zum Stillstande gebracht. — Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß die Fettgewebszelle durch die Anhäufung von Fett in ihr keineswegs ihre Lebensfähigkeit einbüßt, sondern nach wie vor die Eigenschaften eines mit selbstständigem Leben begabten Formelementes besitzt. Dieselbe Anschauung wird von Czajewicz für die Fettgewebszellen des Kaninchens vertreten, und zwar auf Grund von Beobachtungen, welche er nach Erzeugung von Entzündung im Fettgewebe gemacht hat [2]). Ich war bei Wiederholung ähnlicher Versuche leider niemals im Stande, eine endogene Zellbildung in den Fettgewebszellen, wie sie jener Forscher gesehen hat, zu beobachten, und zwar weder an Kaninchen noch an Fröschen, bin aber weit entfernt, die Möglichkeit einer solchen in Abrede zu stellen.

Verfolgt man die Veränderungen, welche in den Gewebszellen der Fettkörper im Laufe des Frühjahres vor sich gehen, wenn die

---

[1]) Vergleiche Reichert's Bericht über die Fortschritte der mikroskop. Anat. im Jahre 1849 in Müller's Archiv 1850 pag. 28.

[2]) Czajewicz l. c. pag. 310 u. f.

Frösche wieder Nahrung zu sich genommen haben, so beobachtet man, daß, bevor eine merkliche Vermehrung ihres Fettgehaltes auftritt, fast jede Zelle zwei oder vier deutlich gesonderte Kerne enthält, welche auch bei indifferenten Zusatzflüssigkeiten gut sichtbar sind. Obwohl mich diese, bei allen Fröschen zu einer gewissen Zeit vorkommende Kernvermehrung veranlaßte, nach Formen von Zellen zu forschen, welche sich als Theilungsstadien derselben deuten lassen möchten, war ich nicht in der Lage, solche aufzufinden. In einer darauffolgenden Zeitperiode waren die Zellen des Fettkörpers schon mit großen Fetttropfen versehen, die helle Zone von Protoplasma, welche denselben umgab, trug einen oder zwei ovale Kerne und außerdem kleine stark lichtbrechende Körperchen, welche die Eigenschaften von Fetttröpfchen zeigten. Eine von demselben abgegrenzte, als Hülle zu deutende Contourlinie war nicht sichtbar, erst nach Essigsäurezusatz, wenn die Protoplasmazone durch Quellung stark verbreitert war, erschien der Rand scharf contourirt. Der Fetttropfen war in der einen Zelle farblos, in anderen stark gelb gefärbt, die Nuance dieser Farbe in den verschiedenen Zellen sehr verschieden, ohne daß ein Zusammenhang derselben mit der Größe des Fetttropfens sich gezeigt hätte. Die Fettgewebszellen ergaben keinen Unterschied in ihrem übrigen Verhalten, mochten sie gelbes oder farbloses Fett enthalten. — Ich glaube diese Beobachtungen dahin auslegen zu dürfen, daß mit der erneuten Nahrungsaufnahme im Frühjahre die Fettgewebszellen des Frosches, welche im vorigen Jahre Fett enthalten hatten, jetzt neuerdings sich mit Fett füllen, (was mit ähnlichen Beobachtungen Czajewicz's an Kaninchen übereinstimmt) und daß zugleich, oder vielleicht vorausgehend ein energischer Vermehrungsprozeß in den Fettgewebszellen stattfinde, der wahrscheinlich in Theilungsvorgängen der vorhandenen Zellen besteht. Die Zellen, welche farbloses Fett enthalten, wäre ich geneigt für neugebildete, jene welche gelb gefärbtes Fett enthalten, für die alten Zellen, oder vielleicht auch für jene aus Theilung hervorgegangenen Zellen anzusehen, welchen der rückständige gefärbte Fetttropfen zugefallen war. So viel über das histologische Verhalten des Fettgewebes.

Sollen die vorstehenden Ergebnisse der anatomischen und histologischen Untersuchung für die Erklärung der physiologischen Vorgänge im Fettgewebe verwerthet werden, so ist es wohl nöthig, einen kurzen Blick auf den jetzigen Stand der Lehre von der Fettbildung im thierischen Organismus zu werfen.

Nachdem durch Schwann's Untersuchungen zuerst festgestellt war, daß das im Thierkörper abgelagerte Fett in Bläschen enthalten sei, welche die Merkmale einer thierischen Zelle an sich tragen, mußte man sich die Frage vorlegen, durch welchen Vorgang das Fett in die Zelle gelange. Es lagen hiefür zwei Möglichkeiten vor: entweder konnte das Fett der Nahrung als solches in den Fettgewebszellen abgelagert werden, oder es konnte im Ablauf der thierischen Lebensprozesse aus anderen Stoffen Fett erzeugt und in den Fettgewebszellen angehäuft werden. Nachdem die Beantwortung dieser Frage schon wiederholt von verschiedenen Gesichtspunkten aus in Angriff genommen worden war, so haben in der letzten Zeit Voit[1]) und Subbotin[2]) auf dem Wege des physiologischen Experimentes nachgewiesen, daß Fett aus den eingeführten Eiweißstoffen gebildet werden könne, und daß dieser Vorgang wirklich im thierischen Organismus stattfinde. — Die Bedingungen, unter welchen erfahrungsgemäß in normaler Weise sich Fett im Thierkörper ansammelt, sind: ungestörter Ablauf der animalen Functionen in demselben und Zufuhr von Nahrungsmaterial in solcher Quantität und Qualität, daß nicht nur die Bedürfnisse des Organismus gedeckt sind, sondern ein gewisser Überschuß bleibt, der nicht vollständig verbraucht — oxydirt wird. Stehen Zufuhr und Oxydation im Gleichgewichte, so kann sich der Gehalt des Organismus an Fett ziemlich constant erhalten, wird aber die Nahrungszufuhr eine unzureichende oder steigert sich die Oxydation im Körper über das frühere Maaß, so kann fast alles Fett des Körpers wieder aufgezehrt werden.

Diese allgemein bekannten Thatsachen weisen darauf hin, daß, obgleich die Lebensfunctionen des Thierkörpers bei dem verschiedensten Gehalt an Fettgewebe ganz regelrecht ablaufen können, dasselbe doch nicht die Rolle einer passiven, trägen Ausfüllungsmasse zwischen anderen Geweben zu spielen habe, sondern daß es in innigster Be-

---

[1]) Zeitschrift f. Biologie Bd. 5, pag. 79.

[2]) Subbotin Beiträge zur Physiologie des Fettgewebes. Diss. Kiew. 1869.

ziehung zum Gesammtstoffwechsel des Organismus stehe. Der große Gehalt an Blutgefäßen, die reiche Entwicklung des Capillarsystems im Fettgewebe, in welcher es mit den hauptsächlichsten Werkstätten des Thierkörpers, den Drüsen und Muskeln wetteifern kann, legt es ebenfalls nahe, in ihm selbst den Herd eines regen Stoffwechsels zu suchen. Es drängt sich nun sofort die Frage auf, ob nicht das Protoplasma der Fettgewebszellen es sei, welches beim Verarbeiten des so reichlich ihm zugeführten Ernährungsmaterials neben anderen Producten auch Fett bilden könne, ob nicht die Fettgewebszelle gleich einer Drüsenzelle in Folge der in ihr ablaufenden Lebensvorgänge das Fett gleichsam als Secret bilde. Eine kurze Erörterung dieser Frage wird zeigen, daß hinreichende Gründe beigebracht werden können, welche die Bejahung derselben rechtfertigen.

Es sei mir gestattet, ein ganz analoges Verhältniß an der secernirenden Milchdrüse zum Vergleiche heranzuziehen. Durch die Untersuchung von Präparaten, welche mir Herr Prof. Langer gütigst zur Verfügung stellte, konnte ich mich überzeugen, daß die Epithelzellen der Milchdrüsenbläschen genau dieselben Formen darbieten, welche man an Fettgewebszellen während der Fettfüllung beobachten kann. Ihr Gehalt an Fett kann vom kleinen kaum erkennbaren Körnchen bis zum großen Tropfen schwanken, der den Kern an die Peripherie der Zelle drängt. Es sammelt sich also das Fett in der Epithelzelle der Milchdrüse in derselben Weise an, wie in der Fettgewebszelle, nur daß es aus ersterer, wenn es bis zu einer gewissen Menge angewachsen ist, ausgestoßen wird, um als Milchkügelchen einen Bestandtheil des Drüsensecretes zu bilden, wobei aber die Drüsenzelle fortbesteht, während das in der Fettgewebszelle angesammelte Fett in derselben aufgespeichert bleibt. Für die Milchdrüse ist die Fettbildung als Function des Protoplasma's ihrer Drüsenzellen durch histologische und physiologische Gründe bereits sichergestellt[1]). Ich sehe keinen Grund, der hiernach gegen dieselbe Auffassung für die Fettbildung in den Fettgewebszellen sprechen könnte, wohl aber lassen sich alle für den-

---

[1]) Stricker, Sitzgsber. der k. k. Akademie d. Wissensch. 53. Band, pag. 184., Subbotin Centr. Bl. f. d. med. Wissenschaften 1866 p. 337., Kemmerich ibid. 1866 p. 465., Voit l. c. Vergleiche auch Funke's Lehrbuch der Physiologie 5. Aufl. 1. Bd. pag. 329.

selben Vorgang in der Milchdrüse beigebrachten Beweisgründe auch auf das Fettgewebe ausdehnen. Ich kann mir daher die specielle Aufzählung derselben hier erlassen und auf die angezogenen Abhandlungen verweisen.

Diese Auffassung macht auch die schwierige Vorstellung entbehrlich, wie es wohl möglich sei, daß außerhalb der Zelle gebildete Fetttröpfchen durch die wasserdurchtränkten Aussenschichten der Fettgewebszellen gelangen.

Aber nicht blos die Erzeugung des Fettes muß als Lebensäußerung der Fettgewebszellen aufgefaßt werden, sondern ebenso der Wiederverbrauch desselben unter den hiezuführenden Verhältnissen.

Für diese Function der Fettgewebszellen unter geänderten Bedingungen kann ich Folgendes als Beleg beibringen, was selbstverständlich nur unter der Voraussetzung Werth erlangt, daß der Fortbestand des Protoplasma's bei jedem Füllungsgrade der Fettgewebszellen erwiesen ist. Bekanntlich enthält das Fett der Frösche (wie vieler anderer Thiere) einen gelben Farbstoff gelöst. Es wurde oben erwähnt, daß derselbe bei der Abmagerung der Frösche in der Zelle zurückbleibt, selbst wenn alles Fett aus derselben geschwunden ist. Würde das Fett als solches die Zelle verlassen, so läge kein Grund vor, warum nicht der in demselben gelöste Farbstoff mit fortgetragen werden sollte, — bleibt doch bei jeder Emulsion eines gefärbten Fettes der Farbstoff in den feinsten Tröpfchen desselben gelöst. Wird aber das Fett durch den Oxydationsproceß der Fettgewebszelle selbst wieder verbrannt, und werden nur die Producte der Verbrennung in den allgemeinen Säftestrom gebracht, so muß nothwendig der in Wasser unlösliche Farbstoff als Rückstand in der Zelle bleiben.

Um auch bei Säugethieren zu erforschen, ob der Verbrauch des Fettes bei der Abmagerung lediglich an den örtlichen Stoffwechsel gebunden sei, habe ich zweimal an wohlgenährten Kaninchen die Gefäßnerven der linken unteren Extremität durchschnitten. Da in Folge dessen die sämmtlichen Bluthahnen dieser Extremität erweitert waren, mithin der Stoffumsatz in Folge der reichlicheren Blutzufuhr in derselben voraussichtlich namhaft alterirt und vielleicht erhöht sein mochte, so konnte an die Möglichkeit gedacht werden,

daß nun bei Entziehung der Nahrung in dieser Extremität das Fett rascher schwinden müsse, als in der unverletzten rechten. Dieser Erfolg trat in der That auch ein; die vergleichende mikroskopische Prüfung des Fettgehaltes im Fettgewebe beider Extremitäten, welche nach viertägigem Hungern des Thieres vorgenommen wurde, zeigte, daß an Präparaten, welche von genau entsprechenden Stellen beider Seiten entnommen waren, die Fettgewebszellen des linken Beines meistens fast gar kein Fett mehr enthielten, während die des rechten noch reich mit solchem erfüllt waren.

Zu berücksichtigen ist hiebei ein Umstand, der die Sicherheit dieser Beobachtung etwas beeinträchtigt, der uns aber ebenfalls zeigt, wie sehr das Schwinden des Fettes aus den Fettgewebszellen von rein örtlichen Ursachen beeinflußt wird, nämlich daß man bei hungernden Thieren häufig an ganz beschränkten Stellen Fettgewebe von sehr verschiedenem Fettgehalt findet; jedoch immer so, daß die dem Verbreitungsbezirk Eines arteriellen Gefäßzweiges angehörigen Läppchen unter sich annähernd gleichen (manchmal ziemlich großen) Fettgehalt besitzen können, während man in unmittelbarer Nachbarschaft die Läppchen eines anderen Gefäßbezirkes ganz frei von Fett finden kann.

Ich möchte also für die physiologische Function des Fettgewebes unter den verschiedenen Ernährungsverhältnissen des Thierkörpers folgende Anschauung als gerechtfertigt erachten, welche, wenn sie auch in einzelnen Punkten strengerer Beweise bedürftig sein sollte, doch nirgends mit sichergestellten Thatsachen in Collision geräth: Unter dem Einflusse reichlicher Stoffzufuhr bildet die Fettgewebszelle, so wie eine Drüsenzelle ihr Secret bereitet, aus dem Ernährungsmaterial neben anderen Producten Fett. Das letztere wird, wenn ein Überschuß an oxydablen Stoffen in den Säften vorhanden ist, nicht weiter verändert, sondern bleibt in der Zelle zurück. Ausser der Fettbildung (Anhäufung) veranlaßt die reichliche Ernährung noch die Vermehrung der Fettgewebszellen, wie wir dies an den Frühjahrsfröschen nachweisen können. — Erlangt nun aber aus irgend einem Grunde der Verbrauch an oxydablen Stoffen das Übergewicht über die Zufuhr an solchen, ist also die Säftemasse des Körpers an ihnen verarmt, so verarbeitet das Protoplasma der Fettgewebszelle das in ihr enthaltene Fett, und die aus diesem Processe

hervorgehenden Umsatzproducte gelangen in den allgemeinen Säftestrom, um weiter für den Stoffwechsel verwendet zu werden.

Wir sehen aber ferner, daß ausser den Fettgewebszellen unter gewissen, sei es physiologischen oder pathologischen Verhältnissen, fast alle Zellenarten befähigt sind, Fett in geringerer oder größerer Menge in sich anzuhäufen; so ist es eine bekannte Thatsache, daß bei der Mästung, das heißt bei überreichlichem Vorhandensein von Ernährungsmaterial im Körper, sich nicht nur die Bindegewebszellen, sondern auch die Zellen verschiedener anderer Organe mit Fett füllen und so zu „Fettzellen" werden können. Die reichlich ihnen zugeführten Nährstoffe setzen eben auch andere Protoplasmakörper unter ähnliche Verhältnisse, wie sie im Fettgewebe normaler Weise vorhanden sind, d. h. die Stoffzufuhr überwiegt den Verbrauch und so kann auch in anderen Zellen die Fettanhäufung vor sich gehen.

Man kann also wohl, ohne den Thatsachen Zwang anzuthun, dem Protoplasma im Allgemeinen die Fähigkeit zuschreiben, unter bestimmten dazu nöthigen Verhältnissen mit Hilfe geeigneter Nährstoffe gewisse Bestandtheile derselben in Fett und andere Producte zu zerlegen.

Nachdem aber unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen im Fettgewebe die nöthigen Bedingungen vorhanden sind, und zur Fortschaffung des Fettes aus den Zellen nicht wie bei den Milch- oder Talgdrüsen besondere Einrichtungen bestehen, so ist demselben hauptsächlich die Aufspeicherung von Fett als Lebensaufgabe zugewiesen.

Ich kann natürlich die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, daß vielleicht auch unter Umständen neutrales Fett, das z. B. als solches vom Darm aufgenommen wurde, in die Fettgewebszellen gelangen könne, was ich zur Vermeidung von Mißverständnissen ausdrücklich bemerken muß. Es wäre dies namentlich bei sehr fettreicher Nahrung, und besonders für das Fettgewebe des Mesenteriums zu bedenken.

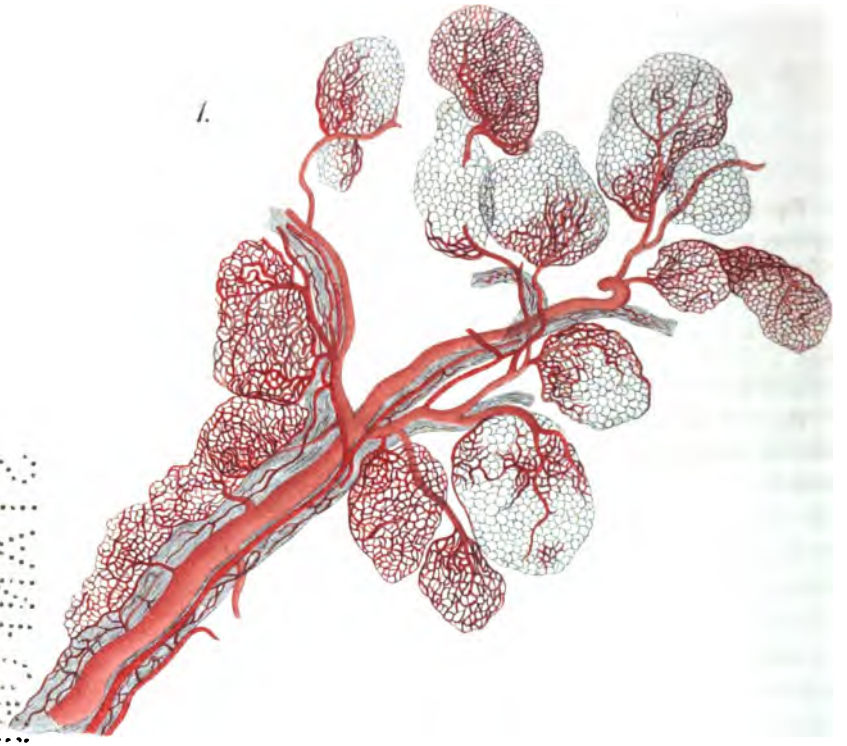
Anhangsweise möchte ich noch zweier Beobachtungen erwähnen, welche ich im Laufe dieser Untersuchungen zu machen in der Lage war. An einem menschlichen Fötus von fünf Monaten, welchen ich ganz frisch (noch in den unversehrten Eihäuten) erhielt, fand ich allerwärts in den Zellen des Fettgewebes, die schon reichlich

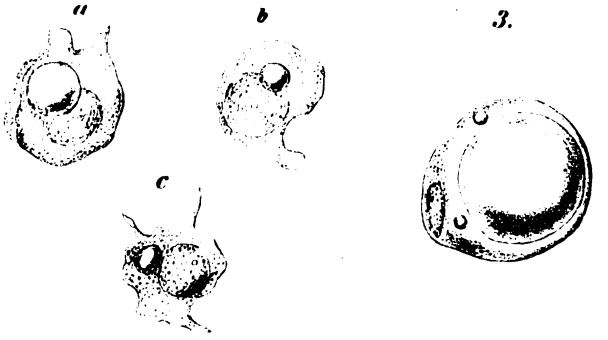
mit Fett erfüllt waren, einzelne oder mehrere braunrothe Körnchen, von denen die größeren ein deutlich krystallinisches Aussehen (oft mit sehr spitzen Winkeln) zeigten, ohne daß sich eine bestimmte Form derselben erkennen ließ. Sie waren in Wasser und verdünnten Säuren sowie in Äther unlöslich und zeigten mit rauchender Salpetersäure eine Farbenwandlung, deren einzelne Phasen wegen der Kleinheit der Objecte schwer zu unterscheiden waren, schließlich aber mit dunkelblau endigte. Nach längerem Aufbewahren des Fötus in Alkohol waren diese Körnchen noch gut erhalten, jedoch nach sechs Monaten bis auf wenige Reste verschwunden; ebenso wurden sie nach längerem Verweilen der Präparate in verdünntem Glycerin unter dem Einflusse des Sonnenlichtes vollständig vermißt. — Ich wäre geneigt, sie für Bilirubin zu halten.

An einem anderen menschlichen Fötus von ungefähr $5^1/_2$ Monaten, welcher schon seit vielen Jahren in Spiritus aufbewahrt worden war, und über dessen frühere Schicksale ich keinen Aufschluß geben kann, fand ich das Fettgewebe stellenweise, z. B. das von den Leistenbeugungen beiderseits auswachsende, das der Orbita, stahlgrau gefärbt, während das von den Achselgruben aus sich verbreitende Fettgewebe die gewöhnliche Farbe zeigte. Bei der mikroskopischen Untersuchung des ersteren fanden sich zahlreiche Fettgewebezellen mehr weniger mit einer schwarzen Masse erfüllt, welche ein körniges Aussehen zeigte, und in starken Säuren und Alkalien verschwand. Viele Zellen eines und desselben Läppchens, welche so wie die oben erwähnten reichliches Fett enthielten, waren ganz frei von diesem Pigment; außerhalb der Fettgewebszellen, sowie in anderen Geweben war nichts von demselben zu finden.

Ich bin nicht im Stande diese Beobachtungen, namentlich die letztere zu deuten, und berichte sie nur ganz kurz, um vielleicht die Aufmerksamkeit anderer Forscher auf ähnliche Vorkommnisse zu lenken.

STANFORD LIBRARY





Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. LXII. Bd. II. Abth. 1870.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Zeigt mehrere einem Gefäßbezirk angehörige isolirte Fettgewebsläppchen aus einem Kaninchenembryo (Leistenbeuge); der Verzweigung der größeren Blutgefäße folgt die Verästlung eines Nervenstämmchens. Vergrößerung 35.

Fig. 2. Drei Zellen aus dem Fettkörper eines Winterfrosches, jede mit einem kleinen Fetttropfen versehen. *b* und *c* sind Formen einer in amoeboider Bewegung begriffenen Fettgewebszelle. Hartnack Immersion Nr. 10, Ocular 2.

Fig. 3. Fettgewebszelle aus dem Mesenterium eines gut genährten Kaninchens, mit sehr verdünnter Essigsäure behandelt. Hartnack Immers. Nr. 10 Ocular 2.

Experimental-Untersuchungen über die Diffusion von Gasen ohne poröse Scheidewände.

Von J. Loschmidt.

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Mai 1870.)

II.

Im Vorliegenden gebe ich zunächst die Fortsetzung der Resultate von Versuchen über die Diffusion je zweier Gase, ausgeführt in der Weise und mit demselben Apparate wie in der ersten Abhandlung ausführlich angegeben ist. Auch ist die Einrichtung der Tabellen die gleiche. Es bezeichnet demnach die erste verticale Columne die Nummer der Analyse, insoferne manchmal für denselben Versuch mehrere Analysen gemacht wurden. Die nächste Columne, mit den eingeschriebenen Buchstaben *O* und *U* bezieht sich auf die Angaben: Oberes Rohr und Unteres Rohr. Dieselben sind von genau gleicher Länge und nunmehr, da an dem einen eine kleine Veränderung vorgenommen ward, auch von gleichem Volumen. Es entfällt mithin die bei früheren Versuchen angebrachte Correction. Columne 3, 4, 5 enthalten respective die obere Ablesung an der Absorptionsröhre oder Eudiometerröhre, dieselbe Ablesung nach der Calibrirungstabelle sammt Meniskus-Correction und die untere Ablesung. Die zwei folgenden enthalten Temperatur- und Barometerstand zur Zeit der Ablesung. Die nächste Columne mit *v* überschrieben, gibt das Gasvolumen auf 0° C. und 1 M. Quecksilberdruck reducirt. Folgen nun mehrere Columnen mit den gleichen Angaben nach der Absorption, respective Explosion. Bei vorgenommener Explosion stehen manchmal zwei horizontale Zeilen neben einem *O* oder *U*; dies ist dann der Fall, wenn vor der Explosion überschüssiger Sauerstoff zugelassen ward. Übrigens wurden die Gase bald im trockenen, bald im nassen Zustande gemessen. Die mit *q* überschriebene Columne enthält die Procente des analisirten Gases. Den Schluß macht die Angabe der Diffusionsconstante *k*.

Nummer d. Anal.	Rohr	Vor der Absorption						Nach der Absorption						q	$q_1 + q_2$	k
		obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_1	obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_2			
I. Kohlensäure — Sauerstoff.																
1. Versuch. Diffusionszeit: 1 Stunde. $T = 13{\cdot}8°$ C. $b = 756{\cdot}50$.																
1	*O*	230	231·887	235·2	14·2	757·50	165830·1	179·5	180·988	236·7	14·3	758·30	120324·4	0·274412		
	U	228	231·929	239	14·2	757·50	164581·4	80	78·983	240·6	14·3	758·30	44861·8	0·72742	1·00153	0·0562820
2. Versuch. Diffusionszeit: 1 Stunde. $T = 14°$ C. $b = 760{\cdot}10$.																
1	*O*	227·5	229·40	234·8	14·4	758·76	163758·0	178	179·488	236·3	14·6	757·40	119115·0	0·272616		
	U	228·4	232·35	238·4	14·4	758·76	165264·3	80·1	79·084	240	14·6	757·40	44855·8	0·728581	1·001197	0·05635
2	*O*	230·6	232·48	237·4	14·8	756·0	165226·3	180	181·512	239	15·2	755·28	119722·8	0·275402		
	U	231·6	235·72	241	14·8	756·0	166945·5	81·5	80·498	242·5	15·2	755·28	45317·3	0·728550	1·003952	0·0564897
II. Kohlensäure — Kohlenoxyd.																
1. Versuch. Diffusionszeit: 1 Stunde. $T = 8{\cdot}5°$ C. $b = 751{\cdot}70$.																
1	*O*	228	229·90	235·7	9·2	755·64	166350·8	178·9	180·4	237·2	9·8	753·90	121147·4	0·271735		
	U	228·2	225·735	249	9·2	755·64	160475·6	81·5	77·162	250·4	9·8	753·90	42679·3	0·729093	1·000828	0·055250
2. Versuch. Diffusionszeit: 1 Stunde. $T = 20{\cdot}2$ C. $b = 747$.																
1	*O*	229·7	226·97	242	22	744	153698·2	177	174·3	243·4	20·6	747	110311·1	0·282288		
	U	229	232·98	243·6	22	744	157179·5	83	82·01	245	20·6	747	44612·1	0·716171	0·998459	0·060046

Nummer d. Anal.	Rohr	Vor der Absorption						Nach der Absorption						q	$q_1 + q_2$	k
		obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_1	obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_2			
3. Versuch. Diffusionszeit: 1 Stunde. $T = 20°$ C. $b = 755{\cdot}80$.																
1	*O*	226·6	223·88	237·8	19·6	754·80	155333·5	176·7	174	239	19·5	754·50	112419·4	276270		
	U	225·8	229·66	239	19·6	754·80	158915·3	79·7	78·69	240·2	19·5	754.50	43628·0	725464	1·001734	0·0570219
III. Kohlensäure — Sumpfgas.																
1. Versuch. Diffusionszeit: $^3/_4$ Stunden. $T = 12.7°$ C, $b = 749{\cdot}80$.																
1	*O*	234·3	236·157	239·4	14·2	749·76	167168·6	184·5	186·066	229·3	14·2	749·80	124695·8	0·254072		
	U	229·7	233·719	243	14·2	749·76	163621·0	74	72·923	233·6	14·2	749·80	40912·8	0·749954	1·004026	0·063695
2. Versuch. Diffusionszeit: $^3/_4$ Stunden. $T = 13°$ C. $b = 753{\cdot}40$.																
1	*O*	225	226·922	232·5	14	752·22	160756·2	179·8	181·31	234	14	752·20	120385·8	0·251128		
	U	227·6	231·507	236·5	14	752·22	163696·7	74	72·923	238	14	752·20	40802·6	0·750743	1·001871	0·062677
IV. Kohlensäure — Stickoxydul.																
1. Versuch. Diffusionszeit: $^5/_4$ Stunden. $T = 14{\cdot}8°$ C. $b = 742{\cdot}20$.																
1	*O*	230	231·887	239·6	15·7	739·68	160096·6	76·6	75·645	241	15·9	739·0	41075·3	0·743434		
	U	226·7	230·560	242	15·7	739·68	157937·6	181	182·583	243·4	15·9	739·0	116565·4	0·261952	1·005386	0·0405484
2	*O*	217·6	219·491	243	15·8	738·56	147975·1	171·9	173·319	244	15·6	738·30	109228·6	0·261845		
	U	222	225·611	246·5	15·8	738·56	152293·0	74	72·923	247·6	15·6	738 30	38955·4	0·744208	1·005053	0·0405878

Nummer d. Anal.	Rohr	Vor der Absorption						Nach der Absorption						q	q_1+q_2	k
		obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_1	obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_2			
2. Versuch. Diffusionszeit: $1\frac{1}{2}$ Stunde. $T = 20°$ C. $b = 757$.																
1	*O*	234	231·25	241·5	20·2	754·50	157062·1	173	170·3	219·2	20·1	754·9	112420·8	0·284227		
	U	230·5	234·61	246·6	20·2	754·50	157465·5	79·4	77·9	220·8	20·1	754·9	44533·7	0·717184	1·001411	0·0403579
V. Schwefelige Säure — Wasserstoff.																
1. Versuch. Diffusionszeit: $\frac{3}{4}$ Stunden. $T = 12·5°$ C. $b = 755·60$.																
1	*O*	228	229·90	231·7	13·1	756	165041·4	150	151·05	231·5	13·1	755·30	97120·9	0·411536		
	U	227·1	230·98	233·8	13·1	756	165155·5	111·2	110·64	235	13·1	755·30	66672·5	0·596305	1·007841	0·190896
2. Versuch. Diffusionszeit: $\frac{3}{4}$ Stunden. $T = 12·3°$ C. $b = 754·50$.																
1	*O*	233	234·866	240	13	754·62	167615·4	153·4	154·50	241	12·7	757	98831·7	0·410366		
	U	233	237·194	243·6	13	754·62	168461·7	114	113·488	245	12·7	757	67887·9	0·597013	1·007379	0·189538

Nummer d. Anal.	Rohr	Vor der Explosion						Nach der Explosion						q	q_1+q_2	k
		obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_1	obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_2			
VI. Kohlenoxyd — Sauerstoff.																
1. Versuch. Diffusionszeit: ¾ Stunden. $T = 21°$ C. $b = 746{\cdot}30$.																
1	O	381·4	379·3	864	20·6	747	56906·8	338·2	336·2	865	20·6	747·20	63275·9	0·271911	[0·728089]	
	U	382·7	380·57	845	20·6	746·6	94240·1	360·3	358·62	846	20·6	746·6	81034·7	0·280250	1·008339	0·0772612
2. Versuch. Diffusionszeit: ⅝ Stunden. $T = 20{\cdot}5°$ C. $b = 750{\cdot}20$.																
1	O	301·9	300·3	846	20·1	751·4	530910	260·4	258·8	846	20	751·8	35882·8	0·648253		
	U	386	383·79	841	20·2	751	99491·7	357	355·39	841·5	20·3	751	81974·0	0·352010	1·000263	0·0773018
3. Versuch. Diffusionszeit: 1½ Stunde. $T = 20{\cdot}4°$ C. $b = 754{\cdot}70$.																
1	O	400·3	397·76	836	20·8	753·4	110664·5	341·2	338·8	836·5	21·2	755·4	75897·4	0·628333		
	U	409	406·26	842	20·8	753·3	114010·9	375·2	373·2	842	21	753·3	92878·9	0·370701	0·999038	0·07353842
VII. Kohlenoxyd — Wasserstoff.																
1. Versuch. Diffusionszeit: ½ Stunde. $T = 19{\cdot}5°$ C. $b = 753{\cdot}5$.																
1	O	285	283·4	870	18·7	753·3	40397·0	402·3	399·74	834	18·7	754·1	114634·7	0·598794		
		465	460·7	834	18·7	753·8	159022·7									
	U	382·8	380·67	873	18·8	752·6	87722·8	615·7	603·9	842	19	752·7	288020·5	0·404377	1·003171	0·2738877
2. Versuch. Diffusionszeit: ½ Stunde. $T = 19{\cdot}2°$ C. $b = 755{\cdot}30$.																
1	O	350·5	348·5	865	19	753·9	72695·1	445·9	441·84	862	19	754	132856·9	0·603861		
		548·4	539·97	864	19	754	213102·2									
	U	360·7	359	864	19	754·3	78779·0	492	486·69	861	19	753·9	167730·0	0·394572	0·998433	0·26053228
		575·5	565·9	863	19	754	238203·5									

Versuche bei vermindertem Drucke.

Um den Einfluß des Druckes auf die Gasdiffusion zu erforschen, wurden mehrere Versuche unter vermindertem Drucke vorgenommen. Dabei wurde folgendes Verfahren in Anwendung gebracht. Anfangs wurden beide Rohre mit den betreffenden Gasen unter dem eben herrschenden atmosphärischen Drucke gefüllt und der Apparat in die Verticalstellung gebracht. Hierauf wurde an je einem der beiden Geißlerischen Hähne jedes Rohres ein dickwandiger Kautschuckschlauch angemacht, und beide zu einer dreihälsigen Wulf'schen Flasche geführt. Diese war an ihrem Boden mit einer Quecksilberschichte von 1 Centimeter Dicke bedeckt, in welche zwei eingekittete, beiderseits offene Glasröhren einen Millimeter tief tauchten. Jeder der beiden Schläuche wurde nun über eine der beiden Röhren luftdicht aufgeschoben. Der dritte Hals der Flasche stand mittelst eines anderen Schlauches mit einer Luftpumpe in Verbindung. Ward nun die Pumpe nach dem Öffnen der Geißler'schen Hähne in Thätigkeit gesetzt, so entwich gleichzeitig aus beiden Röhren Gas in die Wulf'sche Flasche, und zwar sehr nahe im gleichen Volumverhältnisse. Sobald der gewünschte Grad der Verdünnung erreicht war, wurde die Wulf'sche Flasche etwas geneigt, so daß beide Glasröhren aus dem Quecksilber kamen und der Druck zwischen beiden Röhren zur vollkommenen Gleichheit kam, und hierauf die Hähne zugedreht.

Zur Messung des Gasdruckes diente eine in Millimeter getheilte Glasröhre, welche an einem der beiden übrigen Geißlerischen Hähne angesetzt war und in ein Gefäß mit Quecksilber tauchte. Bei Beginn der Diffusion ward der Stand des Quecksilbers an dieser, so wie am Barometer abgelesen. Während der Diffusion ward das Manometer von dem Gasrohre abgesperrt, nach beendigter Diffusion wieder geöffnet.

Der unveränderte Stand der Quecksilbersäule — mit Rücksicht auf den allenfalls geänderten Barometerstand — garantirte den gasdichten Verschluß der Bestandtheile des Apparates.

Nummer d. Anal.	Rohr	Vor der Explosion						Nach der Explosion						q	$q_1 + q_2$	k
		obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_1	obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_2			
VI. Kohlenoxyd — Sauerstoff.																
1. Versuch. Diffusionszeit: $^3/_4$ Stunden. $T = 21°$ C. $b = 746{\cdot}30$.																
1	O	381·4	379·3	864	20·6	747	56906·8	338·2	336·2	865	20·6	747·20	63275·9	0·271911	[0·728089]	
	U	382·7	380·57	845	20·6	746·6	94240·1	360·3	358·62	846	20·6	746·6	81034·7	0·280250	1·008339	0·0772612
2. Versuch. Diffusionszeit: $^5/_4$ Stunden. $T = 20{\cdot}5°$ C. $b = 750{\cdot}20$.																
1	O	301·9	300·3	846	20·1	751·4	530910	260·4	258·8	846	20	751·8	35882·8	0·648253		
	U	386	383·79	841	20·2	751	99491·7	357	355·39	841·5	20·3	751	81974·0	0·352010	1·000263	0·0773018
3. Versuch. Diffusionszeit: $1^1/_2$ Stunde. $T = 20{\cdot}4°$ C. $b = 754{\cdot}70$.																
1	O	400·3	397·76	836	20·8	753·4	110664·5	341·2	338·8	836·5	21·2	755·4	75897·4	0·628333		
	U	409	406·26	842	20·8	753·3	114010·9	375·2	373·2	842	21	753·3	92878·9	0·370701	0·999038	0·07353842
VII. Kohlenoxyd — Wasserstoff.																
1. Versuch. Diffusionszeit: $^1/_2$ Stunde. $T = 19{\cdot}5°$ C. $b = 753{\cdot}5$.																
1	O	285	283·4	870	18·7	753·3	40397·0	402·3	399·74	834	18·7	754·1	114634·7	0·598794		
		465	460·7	834	18·7	753·8	159022·7									
	U	382·8	380·67	873	18·8	752·6	87722·8	615·7	603·9	842	19	752·7	288020·5	0·404377	1·003171	0·2738877
2. Versuch. Diffusionszeit: $^1/_2$ Stunde. $T = 19{\cdot}2°$ C. $b = 755{\cdot}30$.																
1	O	350·5	348·5	865	19	753·9	72695·1	445·9	441·84	862	19	754	132856·9	0·603861		
		548·4	539·97	864	19	754	213102·2									
	U	360·7	359	864	19	754·3	78779·0	492	486·69	861	19	753·9	167730·0	0·394572	0·998433	0·26053228
		575·5	565·9	863	19	754	238203·5									

Versuche bei verminderten Drucke.

Um den Einfluß des Druckes auf die Gasdiffusion zu erforschen, wurden mehrere Versuche unter verminderten Drucke vorgenommen. Dabei wurde folgendes Verfahren in Anwendung gebracht. Anfangs wurden beide Röhre mit den betreffenden Gasen unter dem eben herrschenden atmosphärischen Drucke gefüllt und der Apparat in die Vertikalstellung gebracht. Hierauf wurde an je einem der beiden Geißlerischen Hähne jedes Rohres ein dickwandiger Kautschuckschlauch angemacht, und beide an einer dreihalsigen Wulf'schen Flasche geführt. Diese war an ihrem Boden mit einer Quecksilberschichte von 1 Centimeter Dicke bedeckt, in welche zwei eingekittete, beiderseits offene Glasröhren einen Millimeter tief tauchten. Jeder der beiden Schläuche wurde nun über eine der beiden Röhren luftdicht aufgeschoben. Der dritte Hals der Flasche stand mittelst eines anderen Schlauches mit einer Luftpumpe in Verbindung. Ward nun die Pumpe nach dem Öffnen der Geißler'schen Hähne in Thätigkeit gesetzt, so entwich gleichzeitig aus beiden Röhren Gas in die Wulf'sche Flasche, und zwar sehr nahe im gleichen Volumverhältnisse. Sobald der gewünschte Grad der Verdünnung erreicht war, wurde die Wulf'sche Flasche etwas geneigt, so daß beide Glasröhren aus dem Quecksilber kamen und der Druck zwischen beiden Röhren zur vollkommenen Gleichheit kam, und hierauf die Hähne zugedreht.

Zur Messung des Gasdruckes diente eine in Millimeter getheilte Glasröhre, welche an einem der beiden übrigen Geißlerischen Hähne angesetzt war und in ein Gefäß mit Quecksilber tauchte. Bei Beginn der Diffusion ward der Stand des Quecksilbers an dieser, so wie am Barometer abgelesen. Während der Diffusion ward das Manometer von dem Gasrohre abgesperrt, nach beendigter Diffusion wieder geöffnet.

Der unveränderte Stand der Quecksilbersäule — mit Rücksicht auf den allenfalls geänderten Barometerstand — garantirte den gasdichten Verschluß der Bestandtheile des Apparates.

Diffusion bei vermindertem Drucke.

Nummer d. Anal.	Rohr	obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_1	obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_2	q	$q_1 + q_2$	k
VIII. Kohlensäure — Luft.																
1. Versuch. Diffusionszeit: ½ Stunde. $T = 15{\cdot}2$, $b = 364$.																
1	*O*	229·6	231·49	238·2	15·7	752	162738·4	177·5	178·98	240	15·8	752·3	116719·3	0·282780		
	U	231·3	235·404	242·2	15·7	752	164977·9	84·8	83·83	244	15·8	752·3	47005·3	0·715081	0·997861	0·1204044
2	*O*	211	212·838	238	15·8	756·2	146717·1	162·2	163·47	239·5	15·8	754·8	104695·9	0·286410		
	U	192·7	194·867	242	15·8	756·2	130221·1	68·3	67·166	243·3	15·8	754·8	36814·0	0·717296	1·003706	0·122571
2. Versuch. Diffusionszeit: ⅖ Stunden. $T = 15{\cdot}7$, $b = 309$.																
1	*O*	228	229·9	237·2	16·1	754·2	159791·3	178	179·49	238·6	16·1	745·5	116090·6	0·273486		
	U	228·3	232·245	241	16·1	745·2	160652·8	81	79·99	242·3	16·1	745·5	44131·4	0·725300	0·998786	0·140696
2	*O*	201·7	203·464	236·4	15·1	744·8	136913·1	157·1	158·265	237·8	15·6	743·8	99286·2	0·274823		
	U	196·8	199·156	240·1	15·1	744·8	132391·2	68	66·863	241·6	15·6	743·8	36069·9	0·727551	1·002374	0·141070
IX. Kohlensäure — Wasserstoff.																
1. Versuch. Diffusionszeit: ⅓ Stunde. $T = 15{\cdot}4°$ C. $b = 510$.																
1	*O*	226·3	228·213	235·5	16	750·9	159914·7	157·3	158·444	237	16	750·7	102096·6	0·373356		
	U	229·2	233·19	239·4	16	750·9	163184·0	103·9	103·216	240·8	16	750 7	59849·2	0·633 :41	1·006597	0·33059
2	*O*	228	229·9	236·2	16	750·6	161236·5	159·2	160·83	237·6	15·6	746·26	101044·1	0·37331		
	U	229	232·982	240	16	750·6	162781·0	104·3	103·623	241·3	15·6	746·26	59723·4	0·63310	1·006410	0·33064

Nummer d. Anal.	Rohr	obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_1	obere Ables.	reducirt	untere Ables.	t	b	v_2	q	$q_1 + q_2$	k
X. Wasserstoff — Sauerstoff.																
1. Versuch. Diffusionszeit: ½ Stunde. $T = 15{\cdot}8^\circ$ C. $b = 512$.																
1	O	283	281·4	872·5	16·6	741·4	36566·0	335·9	334·3	838	16·7	743·3	71530·4	0·588943		
	O	392	389·674	837	16·7	741·9	103833·4									
	U	255	253·4	833	16·7	744·08	36281·2	188·7	186·964	833	16·7	744·3	14280·4	0·404264	0·993207	0·4254288
2	O	346·3	344·7	870	16·1	745·76	678501	331	329·4	831·5	16·1	745·5	71974·4	0·595233		
	O	428·8	425·585	831	16·1	745·6	132554·3									
	U	315·5	313·9	833	16·1	744·8	633408	221·4	219·8	833·5	16·1	745·7	249035	0·404556	0·999789	0·41802861

Diese Versuche zeigen, daß die Größe k mit zunehmender Verdünnung der Gase wächst, und zwar so, daß eine genaue Proportionalität zwischen ihr und dem reciproken Werthe des Gasdruckes stattfindet.

Dieser Zusammenhang wurde bereits auf theoretischem Wege nachgewiesen von Maxwell: Phil Mag. XXXII. 1866.

Wir erhalten demnach — wenn wir die in der ersten Abhandlung nachgewiesene Abhängigkeit der Werthe des k von der Temperatur berücksichtigen — für das k je zweier Gase den Ausdruck $k = k_0 \frac{T^2}{p}$, wo unter T die absolute Temperatur zu verstehen ist.

Die beifolgende Tabelle enthält die Zusammenstellung aller aus den Versuchen berechneten k mit den betreffenden auf die Temperatur des Eispunktes und den Barometerstand 760^m reducirten Werthen k_0.

In Betreff der Werthe von k_0 bei verschiedenen Gascombinationen wurde in der ersten Abhandlung die Proportionalität mit den reciproken Werthen der Quadratwurzeln der Moleculargewichte als wahrscheinlich aufgestellt.

Die wenigen dort mitgetheilten Fälle schienen für eine allerdings nur näherungsweise Giltigkeit dieser Annahme zu sprechen.

Aus dem hier vorliegenden reicheren Materiale ergibt sich die Bestätigung dieser angenäherten Proportionalität, insoferne als die nach der Formel $k' = \frac{k_0}{\sqrt{m_1 m_2}}$ berechneten Werthe von k' einander ziemlich nahe kommen. Daß eine vollkommene Übereinstimmung gar nicht zu erwarten sei, ward schon in der ersten Abhandlung bemerkt, da ja in k' noch der gesammte Einfluß des Volumens und der Form der Gasmoleküle, so wie derjenige der Natur ihrer constituirenden Bestandtheile stecken müsse.

Namen der Gase	t^0	p	k	k_0	Mittel v. k_0
I. Kohlensäure — Luft.	17·8	759·28	0·05951	0·05196	0·05123
	—	—	0·05951	0·05196	
	17·3	742·20	0·05943	0·05136	
	—	—	0·05912	0·05104	
	16·6	751·76	0·05803	0·05104	
	—	—	0·05849	0·05145	
	16·5	741·54	0·06006	0·05213	
	—	—	0·05983	0·05192	
	—	—	0·05955	0·05167	
	0	752·50	0·05048	0·05000	
	0	762	0·05058	0·05070	
	—	—	0·04995	0·05000	
	—21	750·40	0·04362	0·05077	
II. Kohlensäure — Wasserstoff.	13·2	757·92	0·22149	0·2005	0·2001
	—	—	0·22118	0·2002	
	12·3	756·50	0·22051	0·2008	
	0	757·1	0·20284	0·2021	
	—	—	0·19767	0·1970	
III. Wasserstoff — Sauerstoff.	13	744·60	0·29661	0·2647	0·2598
	11·3	747·40	0·28515	0·2585	
	10	752	0·28270	0·2606	
	0	741	0·25493	0·2486	
	—21	754·50	0·22496	0·2633	
	—21	742·16	0·22879	0·2634	
IV. Kohlensäure — Sauerstoff.	13·8	756·50	0·05628	0·05076	0·05074
	14	760·10	0·05564	0·05046	
	—	—	0·05649	0·05111	
V. Kohlensäure — Kohlenoxyd.	8·50	751·70	0·05525	0·05140	0·05060
	20·20	747	0·06005	0·05118	
	20	735·80	0·05702	0·04923	
VI. Kohlensäure — Sumpfgas.	12·7	749·80	0·06339	0·05754	0·05708
	13	753·40	0·06268	0·05663	

Namen der Gase	t^0	p	k	k_0	Mittel v. k_0
VII. Kohlensäure — Stickoxydul.	14·80	742·20	0·04055	0·03563	0·03539
	—	—	0·04059	0·03566	
	20	757	0·04036	0·03490	
VIII. Schwefelige Säure — Wasserstoff.	12·50	755·60	0·19090	0·1736	0·1728
	12·30	754·50	0·18954	0·1723	
IX. Kohlenoxyd — Sauerstoff.	21	746·3	0·07726	0·06842	0·06488
	20·50	750·20	0·07730	0·06602	
	20·40	754·70	0·07354	0·06319	
X. Kohlenoxyd — Wasserstoff.	19·50	753·50	0·27389	0·2365	0·2312
	19·20	755·30	0·26053	0·2260	
Für die ausgeführten vier Versuche bei vermindertem Drucke:					
Kohlensäure — Luft.	15·20	364	0·12040	0·05174	
	—	—	0·12257	0·05262	
	15·70	309	0·14069	0·05113	
	—	—	0·14107	0·05126	
Kohlensäure — Wasserstoff.	15·40	510	0·33059	0·1982	
	—	—			
Wasserstoff — Sauerstoff.	15·80	512	0·42543	0·2621	
	—	—	0·41811	0·2575	

	k_0	k'
1. Kohlensäure — Luft	0·05123	1·825
2. Kohlensäure — Wasserstoff	0·2001	1·877
3. Sauerstoff — Wasserstoff	0·2598	2·079
4. Kohlensäure — Sauerstoff	0·05074	1·904
5. Kohlensäure — Kohlenoxyd	0·05060	1·776
6. Kohlensäure — Sumpfgas	0·05708	1·514
7. Kohlensäure — Stickoxydul	0·03539	1·557
8. Schwefelige Säure — Wasserstoff . .	0·1728	1·955
9. Kohlenoxyd — Sauerstoff	0·06488	1·942
10. Kohlenoxyd — Wasserstoff	0·2312	1·730

Wenn man mit dem Ausdruck $k = \frac{k' T^2}{p \sqrt{m_1 m_2}}$ das Gay-Lussac-Mariotte'sche Gesetz in der Gestalt, welche ihm die neuere Gastheorie gegeben: $\frac{3}{2} pv = n \frac{mu^2}{2}$, so wie den für die absolute Tem-

peratur gefundenen Ausdruck $T = \beta \frac{mu^2}{2}$ verbindet, so gelangt man zu der bemerkenswerthen Formel: $k = e \frac{u_1 u_2}{N}$.

Hierin bedeuten u_1 und u_2 die mittleren Geschwindigkeiten der Molecüle in beiden Gasen, N die Anzahl der Molecüle in der Volumseinheit und e einen constanten Factor.

Schließlich erfülle ich nur eine angenehme Pflicht, indem ich den Herren Wretschko und Vavrovsky, Eleven des physikalischen Institutes, welche den größten Theil der Berechnungen ausgeführt haben, meinen Dank ausspreche.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXII. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

8.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XXI. SITZUNG VOM 6. OCTOBER 1870.

Der Präsident bewillkommt die Classe bei ihrem Wiederzusammentritte und begrüßt die neu eingetretenen Mitglieder.

Derselbe gibt Nachricht von dem am 14. September d. J. zu München erfolgten Ableben des auswärtigen correspondirenden Mitgliedes, Herrn Ministerialrathes Dr. Karl August v. Steinheil.

Die Classe drückt ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen aus.

Das k. und k. Reichs-Kriegs-Ministerium übermittelt mit Note vom 7. September einen Bericht des im Pyräus stationirten k. k. Kanonenbotes Reka über die vulkanische Thätigkeit der Insel Santorin zur Einsicht.

Das k. k. Handels-Ministerium theilt mit Note vom 31. August l. J. mit, daß der auf August 1870 anberaumt gewesene internationale geographisch-commercielle Congreß zu Antwerpen auf Mitte August 1871 vertagt worden ist.

Das k. k. Ministerium des Innern übersendet mit Note vom 28. August die graphischen Nachweisungen über die Eisbildung am Donaustrome und am Marchflusse in Niederösterreich im Winter 1869/70.

Das c. M. Herr Dr. J. Barrande dankt mit Schreiben vom 4. August für die ihm zur Fortsetzung seines Werkes: *„Système silurien du centre de la Bohême“* neuerdings bewilligte Subvention von 1500 fl.

Herr Jos. Effenberger, k. k. Finanzcommissär zu Wischau in Mähren, übersendet ein versiegeltes Schreiben mit dem Ersuchen um Aufbewahrung zur Sicherung seiner Priorität, betreffend die Idee zur Reform der Geige und des Streichbogens, dann des Resonanzbodens für das Pianoforte.

Das w. M. Herr Dir. v. Littrow zeigt die Entdeckung eines teleskopischen Kometen, welche Herrn Coggia an der Sternwarte in Marseille am 28. August d. J. gelang, als vierten Erfolg der betreffenden Preisausschreibung an.

Herr Prof. L. v. Barth übersendet Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck, und zwar: 8. „Über einige Umwandlungen des Phenols", von ihm selbst; 9. „Über Bromphenolsulfosäuren", vom Herrn Karl Senhofer; 10. „Vorläufige Notiz über einige Derivate der Gallussäure", vom Herrn O. Rembold.

Herr Dr. S. v. Basch, Docent an der Wiener Universität, übergibt eine Abhandlung über „die ersten Chyluswege und die Fettresorption".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna: Memorie. Serie II. Tomo IX, Fasc. 4; Tomo X, Fasc. 1. Bologna, 1870; 4°. — Rendiconto. Anno accademico 1868—1869 & 1869—1870. Bologna, 1869 & 1870; 8°.

Akademie der Wissenschaften und Künste, Südslavische: Rad. Knjiga XII. U Zagrebu, 1870; 8°. — Starine. Knjiga II. U Zagrebu, 1870; 8°. — *Monumenta spectantia historiam Slavorum meridionalium. Vol. II.* U Zagrebu, 1870; 8°. — Stari pisci hravatski. Knjiga II. U Zagrebu, 1870; 8°.

American Journal of Science and Arts. Vol. XLIX, Nrs. 146—147. New Haven, 1870; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXVIII, Heft 3; Bd. LXXIX, Heft 1—2; VIII. Supplementband, 1. Heft. Leipzig & Heidelberg, 1870; 8°.

Annales des mines. VIe Série. Tome XVII. 3e Livraison de 1870. Paris; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 8. Jahrgang, Nr. 15—19. Wien, 1870; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1809—1820. (Bd. 76. 9—20.) Altona, 1870; 4°.

Beltrami, E., Ricerche sulla geometria delle forme binare cubiche. Bologna, 1870; 4°.

Carl, Ph., Repertorium für Experimental-Physik etc. VI. Bd., 3. Hft. München, 1870; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXI, Nrs. 2—9. Paris, 1870; 4°.

Cosmos. XIXe Année. 3e Série. Tome VII, 4e—9e Livraisons. Paris, 1870; 8°.

English Mechanic and Mirror of Science and „Scientific Opinion". Vol. XI, Nrs. 276—283. London, 1870; Folio.

Gesellschaft, Anthropologische, in Wien: Mittheilungen. I. Band, Nr. 4. Wien, 1870; 8°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. N. F. 3, Nr. 10—11. Wien, 1870; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. V. Band, Nr. 14—19. Wien, 1870; 8°.

— Astronomische: Vierteljahrsschrift. V. Jahrgang, 3. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

— Naturforschende, in Emden; LV. Jahresbericht. 1869. Emden, 1870; 8°.

— zoologische, zu Frankfurt a/M.: Der zoologische Garten. XI. Jahrgang, Nr. 1—6. Frankfurt a/M., 1870; 8°.

— Naturforschende, in Bern: Mittheilungen aus dem Jahre 1869. Nr. 684—711. Bern, 1870; 8°.

— Schweizerische Naturforschende: Verhandlungen in Solothurn. 53. Jahresversammlung. Solothurn, 1870; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen & Mittheilungen. XXXI. Jahrg. Nr. 27—37. Wien, 1870; 8°.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik & Physik. LII. Theil, 1. Heft. Greifswald, 1870; 8°.

Haidinger, W. Ritter v., Erinnerung an den Schwimm-Unterricht. (Aus dem 12. Jahresberichte der öffentl. Ober-Realschule in der inneren Stadt Wien, Hohermarkt Nr. 11). Wien, 1870; 8°. — Das Eisen bei den homerischen Kampfspielen. (Aus den „Mittheilungen der anthropolog. Gesellsch. in Wien". Nr. 3, Bd. I.) 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ad Arti: Memorie. Vol. XV, Parte 1. Venezia, 1870; 4°. — Atti. Tomo XV. Serie III^{a}, disp. 7^{a}—9^{a}. Venezia, 1869—70; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXIII, Heft 5—6; Band XXXIV, Heft 1—2. Speyer, 1870; 8°.

Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie & Erdmagnetismus. Von C. Jelinek und C. Fritsch. N. F., V. Bd. Jahrg. 1868. Wien, 1870; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. Neue Folge. Bd. II, 1.—4. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

Landbote, Der steirische: 3. Jahrgang, Nr. 15—20. Graz, 1870; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1870, Nr. 23—25. Wien; 8°.

Lotos. XX. Jahrgang, Juli—September 1870. Prag; 8°.

Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1870, 7. & 8. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 16. Bd., 1870, VI.—IX. Heft. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique. Tome XIIe, Année 1870. 326e — 330e Livraisons. Paris; 4°.

Nature. Vol. II, Nrs. 38—48. London, 1870; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. V, Nr. 4—5. Torino, 1870; 4°.

Radcliffe Observatory: Results of Astronomical and Meteorological Observations made in the Year 1867. Vol. XXVII. Oxford, 1870; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1870. XX. Bd. Nr. 2. Wien; 4°. — Verhandlungen. Jahrg. 1870, Nr. 11—12. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XX. Band. Jahrgang 1870. April-, Mai- & Juni-Heft. Wien; 8°.

Revue des cours scientifiques et littéraires de la France et de l'étranger. VIIe Année, Nrs. 34—41. Paris & Bruxelles, 1870; 4°.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XIVe Année, Nrs. 3—5. Constantinople, 1870; 4°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Tome XLIII. Année 1870, Nr. 1. Moscou; 8°.

— géologique de France: Bulletin. 2e Série. Tome XXVII, Nr. 4. Paris, 1869 à 1870; 8°.

— philomatique de Paris: Bulletin. Tome VII. Janvier—Mars 1870. Paris; 8°.

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal. Part I, Nrs. 1 & 4. 1869. Calcutta, 1869 & 1870; 8°. — Proceedings. Nr. 11. December 1869; Nrs. 1—2. January — February 1870. Calcutta; 8°.

Society, The R. Geographical, of London: Proceedings. Vol. XIV, Nrs. 1—2. London, 1870; 8°. — Journal. Vol. XXXIX. 1869. London; 8°.

Verein, physikalischer, zu Frankfurt a. M.; Jahres-Bericht für das Rechnungsjahr 1868—1869. Frankfurt a. M., 1870; 8°.

— für siebenbürgische Landeskunde: Archiv. N. F. VIII. Band, 3. Heft (1869); IX. Band, 1. Heft (1870). Kronstadt; 8°. — Jahresbericht für das Vereinsjahr 1868/9. Hermannstadt: 8°. — Hermannstädter Local-Statuten. Festgabe. Hermannstadt, 1869; 4°. — Zieglauer, Ferd. v., Harteneck, Graf der sächs. Nation und die siebenbürgischen Parteikämpfe seiner Zeit. 1691—1703. Hermannstadt, 1869; 8°. — Trausch, Jos., Schriftsteller-Lexicon oder biographisch-literärische Denkblätter der Siebenbürger Deutschen. I. Band. Kronstadt, 1868; 8°.

Verhältniß, Über das —, des Bergkrystall-Kilogrammes, welches bei Einführung des metrischen Maaßes und Gewichtes das Urgewicht in Österreich bilden soll, zum Kilogramme der kais. Archive zu Paris etc. (Commissionsbericht erstattet an das k. k. Handels-Ministerium.) Wien, 1870; 4°.

Vierteljahresschrift für wissenschaftl. Veterinärkunde. XXXIII. Band, 2. Heft. Wien, 1870; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 38—47. Wien, 1870; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXII. Jahrgang, 5.—8. Heft. Wien, 1870; 4°.

— für Chemie, von Beilstein, Fittig und Hübner. XIII. Jahrgang. N. F. VI. Band, 12.—14. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

— für die gesammten Naturwissenschaften, von C. G. Giebel und M. Siewert. N. F. 1870, Band I. (Der g. R. XXXV. Band.) Berlin, 1870; 8°.

so werde ich unbedingt ein Isomer des Cuminalkohols

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_6-OH\\CH_3\end{matrix}$$

und der Cuminsäure

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_6-CH_2-CO-OH\\CH_3\end{matrix}$$

erhalten.

Eben so interessant wird es, ob ich durch die Zersetzung des Cumylcyanids zur Homocuminsäure Rossi's gelangen oder ein Isomer derselben erhalten werde. Nachstehende Formeln werden das Gesagte klar machen:

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_7\\CH_3\end{matrix}$$

Cymol

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_7\\CH_2OH\end{matrix}$$

Cuminalkohol

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_6-OH\\CH_3\end{matrix}$$

Isomer des Cuminalkohols

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_7\\COOH\end{matrix}$$

Cuminsäure

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_2H_4-COOH\\CH_3\end{matrix}$$

Isomer der Cuminsäure

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_7\\CH_2CN\end{matrix}$$

Cymylcyanid Rossi's

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_6-CN\\CH_3\end{matrix}$$

Isomeres Cyanid

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_7\\CH_2-CO-OH\end{matrix}$$

Homocuminsäure Rossi's

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_6-COOH\\CH_3\end{matrix}$$

Isomer der Homocuminsäure.

Ich hatte übrigens noch vor, mittelst der Merz'schen Reaction Cymolsulfosäure auf Cyankalium einwirken zu lassen, um so ein anderes Isomer der Homocuminsäure: die Propyl-methyl-phenyl-ameisensäure

$$C_6H_3\begin{cases}C_3H_7\\CH_3\\COOH\end{cases}$$

zu erhalten, und hoffe auf diese Art durch meine Versuche weitere Beiträge zu liefern, um die chemische Natur des α) Cymols aufzuhellen.

Über einige Derivate der Cuminsäure.

Von Dr. Ed. Csumpelik.

(Mittheilungen aus dem chemischen Institute der Universität Bonn.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Mai 1870.)

Bei der letzten Naturforscher-Versammlung in Innsbruck hatte bereits Herr Professor Kekulé über eine von mir dargestellte Oxysäure gesprochen, über welchen Gegenstand ich kurz darauf der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien eine kurze Notiz eingereicht habe.

Diese von mir aus der Cuminsäure dargestellte Oxysäure ist nach ihrer chemischen Constitution von der Oxysäure Cahour's [1]), welche dieser Chemiker aus Cuminaminsäure mit Stickoxydgas erhalten hatte, ganz verschieden. Die Oxysäure Cahour's ist unbedingt als ein carboxylirtes Thymol

$$C_6H_3\begin{cases}OH\\C_3H_7\\COOH\end{cases}$$

aufzufassen, während der von mir dargestellten Oxysäure ihrer Genesis nach die rationelle Formel

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_6—OH\\COOH\end{matrix}$$

zukommt, sie daher als Oxypropyl-phenyl-ameisensäure erscheint. Diesem Symbole nach erscheint die Oxypropyl-phenyl-ameisensäure als ein Glied einer Reihe von aromatischen, zweiatomig einbasischen Säuren, welche die wirklichen correspondirenden Verbindungen der Milchsäuregruppe bilden, denn sie enthält, wie Kekulé [2]) zuerst in

---

[1]) Annal. der Chemie und Pharm. CIX. 20.

[2]) Annal. CV. 286.

seinen Untersuchungen über Glycolsäure und Milchsäure gezeigt hat, zwei Wasserreste, von denen der eine an mit Kohlenstoff gebundenem Sauerstoff hängt und demnach dem Wasserreste der Säuren entspricht, während das andere Hydroxyl nur an Kohlenstoff und Wasserstoff angekettet ist und daher dem Hydroxyl der Alkohole gleichkommt; kurz, der chemische Charakter dieser Säure wird klar definirt, wenn man sie als eine aromatische Verbindung mit zwei Seitenketten auffaßt, von denen die eine ein Alkohol, die andere eine Säure ist. Die Säure Cahour's enthält den Benzolrest mit drei Seitenketten, von denen die eine das Hydroxyl ist, während die anderen von dem Propylrest und dem Carboxyl gebildet werden, wie es aus meinen Formeln leicht ersichtlich ist.

Ich habe das Studium der Derivate der Cuminsäure weiter fortgesetzt, und war vor allem Anderen darauf bedacht, aus der Cuminsäure die bereits in meiner ersten Mittheilung erwähnte bromhaltige Cuminsäure zu erhalten, weil dieselbe mir als Ausgangspunkt mehrerer anderer Verbindungen dienen sollte. So sollte die Einwirkung dieser gebromten Säure, welche ihrer Constitution nach

$$C_6H_4 < \begin{matrix} C_3H_6Br \\ COOH \end{matrix}$$

ist, und für welche ich daher den Namen: Brompropyl-phenyl-ameisensäure vorschlage, auf Ammoniak das dem Glycocoll entsprechende aromatische Alanin liefern; eben so lag es in meiner Absicht, durch Einwirkung von Cyankalium eine Cyanpropyl-phenyl-ameisensäure

$$C_6H_4 < \begin{matrix} C_3H_6-CN \\ COOH \end{matrix}$$

zu erhalten, welche durch die Reaction auf alkoholische Kalilauge die Dicarbonsäure

$$C_6H_4 < \begin{matrix} C_3H_6-COOH \\ COOH, \end{matrix}$$

folglich eine propylirte Phtalsäure geben sollte, und endlich deutete die Theorie die Möglichkeit an, daß aus der bromhaltigen Säure selbst durch Abspaltung von Bromwasserstoff eine dichtere Bindung der Kohlenstoffatome eintreten, demnach eine wasserstoffärmere Säure gebildet werden könnte

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_6Br\\COOH\end{matrix} = C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_5\\COOH\end{matrix} + BrH.$$

Ich stieß bei der Darstellung der gebromten Säure auf nicht erwartete Schwierigkeiten, so zwar, daß es mir trotz vieler abgeänderter Versuche bis jetzt nicht gelingen wollte, die Brompropylphenyl-ameisensäure rein zu erhalten. So gaben mehrere bei dem Schmelzpunkte der Cuminsäure erhaltene Brom-Producte einen variablen Procentgehalt von 14·61%, 16·4% Brom, während die Theorie 32·93% Brom fordert.

Ich dachte, auf Grundlage der Erfahrungen, die Beilstein bei der Halogenisirung aromatischer Kohlenwasserstoffe gemacht hatte, bessere Resultate zu erzielen, indem ich die Bromirung der Cuminsäure bei ihrem Siedepunkte vornahm. Die Analyse ergab ein von der Voraussetzung ganz entgegengesetztes Resultat, indem durch diese modificirte Operation der Bromgehalt bis auf 5·88% herabgedrückt wurde, obgleich, wie selbstverständlich, immer nur mit berechneten Quantitäten der Reactions-Substanzen gearbeitet wurde. Ich versuchte es nun weiter, die Cuminsäure in Schwefelkohlenstoff oder Chloroform zu lösen und bei einer Temperatur von 30—40° C. langsam die abgewogene Menge Brom aus einem Tropfgefäße zufließen zu lassen. Die verschiedenen Brombestimmungen von mehreren Operationen ergaben 13·62, 16·24, 16·46% an Bromgehalt.

Diese Resultate zeigen daher schon auf die geringe Beständigkeit der gebromten Säure, und in dem geringen Bromgehalte des bei dem Siedepunkte der Cuminsäure erhaltenen Brom-Productes liegt offenbar der Schlüssel zu diesem eigenthümlichen Verhalten.

In der letzten Zeit glaube ich eine Reaction gewählt zu haben, welche es mir ermöglichen dürfte, die bromhaltige Säure rein zu erhalten, und so eine correcte Methode für die Darstellung der von mir erwähnten Verbindungen zu haben. Ich habe nämlich Cuminsäure in einem Glasrohre mit concentrirter Bromwasserstoffsäure und der erforderlichen Menge Brom eingeschmolzen und auf 120° C. im Luftbade erhitzt. Nach zwei Stunden wurde die Operation unterbrochen, die Röhre nach dem Erkalten geöffnet, wobei Ströme von Bromwasserstoffsäure entwichen, und das gebromte Product wurde aus Petroleumäther umkrystallisirt. Die erhaltene Säure hat die Eigenschaft, durch Efflorescirung am Rande des Gefäßes in sehr schönen

dendritischen Krystallen anzuschießen, welche bei der Analyse einen Bromgehalt von 24·25% zeigten, während die Theorie 33·93% fordert.

Bei dieser Gelegenheit möge es mir auch gestattet sein, einer Erscheinung zu erwähnen, welche ich bei der jetzigen Darstellung der Oxypropyl-phenyl-ameisensäure zu beobachten die Gelegenheit hatte. Das Verfahren, welches ich in diesem Jahre gegen das frühere einschlug, wich nur darin ab, daß ich in einem Kolben mit verkehrtem Kühler die bromhaltige Cuminsäure eine längere Zeit mit einer concentrirten alkoholischen Kalilösung, aus absolutem Alkohol bereitet, gekocht habe. Wiederholte Analysen mit der so dargestellten Substanz gaben folgende Resultate:

I. 0·2245 Gramme Substanz gaben 0·5710 Gramme CO_2 und 0·1502 Gramme H_2O, entsprechend 69·36% C. und 7·42% H.

II. 0·2642 Gramme Substanz gaben 0·6729 Gramme CO_2 und 0·1774 Gramme H_2O, entsprechend 69·47% C. und 7·463% H.

III. 0·351 Gramme Substanz gaben 0·8884 Gramme CO_2 und 0·2190 Gramme H_2O, entsprechend 69·04% C. und 6·933% H.

IV. 0·2055 Gramme Substanz gaben 0·5244 Gramme CO_2 und 0·1294 Gramme H_2O, entsprechend 69·58% C. und 6·997% H.

Die Theorie fordert für die Formel $C_{10}H_{12}O_3$ einen Procentgehalt von 66·68 Kohlenstoff und 6·66% Wasserstoff, und es weichen daher diese Analysen um ein Bedeutendes von der theoretischen Menge ab. Bedenkt man übrigens die Thatsache, daß Benzylchlorid mit alkoholischer Kalilauge Benzyl-äthoxyl

$$C_6H_5—CH_2—O—C_2H_5$$

gibt, und eben so Monochloressigsäure mit Kalium oder Natriumalkoholat-Äthylglycolsäure liefert, aus welcher das Alkoholradical durch Alkalien nicht verdrängt werden kann, so muß man um so eher einräumen, daß die leicht zersetzbare Brompropyl-phenylameisensäure mit alkoholischer Kalilauge: Äthoxyl-propyl-phenylameisensäure wird zu erzeugen im Stande sein. Von dieser Idee ausgehend nähern sich meine Analysen den theoretischen Werthen

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_6—O—C_2H_5\\COOH\end{matrix}$$

Äthoxyl-propyl-phenyl-ameisensäure.

		Theorie	Versuch			
			I	II	III	
C_{12}	144	69·23	69·36	69·47	69·14	69·6
H_{16}	16	7·69	7·42	7·463	6·93	6·99
O_3	48	23·08	—	—	—	—
	208	100·00				

Um übrigens hier Klarheit zu schaffen, werde ich die gebromte Säure auf eine alkoholische Lösung von essigsaurem Kali einwirken lassen, um so die Acetoxy-propyl-phenyl-ameisensäure

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_6\\COOH\end{matrix}-O-C_2H_3O$$

zu erhalten, welche sich wohl voraussichtlich mit Kalilauge in essigsaures Kali und Oxypropyl-phenyl-ameisensäure wird spalten lassen.

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_6\\COOH\end{matrix}-O-C_2H_3O+\left.\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right\}O = C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_6-OH\\COOH\end{matrix}$$

$$+ C_2H_3O\atop K>O.$$

Wie aus dem früher erwähnten Verhalten der gebromten Säure zu ersehen ist, zeichnet sich dieselbe durch ihre geringe Beständigkeit aus, welche mögliche Erscheinung, hervorgegangen durch eine dichtere Bindung der Kohlenstoffatome im Propylreste, die Theorie in's Auge gefaßt hatte, und welche durch den Versuch auch bestätigt wurde. Denn bei dem Erhitzen der bromhaltigen Säure im Kohlensäurestrome zeigte es sich, daß dieselbe mit Leichtigkeit ihren Bromgehalt als Bromwasserstoff abgibt und die zurückbleibende Säure nur Spuren von Brom enthält. Es wurde die auf diese Art erhaltene Säure aus kochendem Wasser mehrmals umkrystallisirt und hierauf in das Barytsalz verwandelt. Offenbar ist diese neue Säure, für welche ich den Namen Alyl-phenyl-ameisensäure vorschlage, aus der Cuminsäure durch Verlust von einem Molecul Wasserstoff hervorgegangen:

$$C_{10}H_{12}O_2 = C_{10}H_{10}O_2+H_2$$

Zur Analyse wurde das Barytsalz verwendet:

I. 0·5893 Gramme Substanz gaben bei dem Erhitzen auf 112—120° C. 0·019 Gramme Wasser ab; demnach gaben 0·5703 Gramme Substanz 1·0876 Gramme CO_2 und 0·2165 Gramme H_2O, entsprechend 52·04% C. und 4·217% H.

II. 0·4845 Gramme Substanz gaben 0·9285 Gramme CO_2 und 0·1784 Gramme H_2O; entsprechend 52·26% C. und 4·092% H.

Die Formel $C_{20}H_{18}BaO_4$ verlangt 52·24 C. und 3·91% H.

Eine Barytbestimmung gab 29·68% an Barium; die Theorie fordert für die obige Formel 29·9% an Barium.

Die bei dem Trocknen abgegebene Wassermenge beträgt 3·225%; der Formel

$$C_{20}H_{18}BaO_4 + H_2O$$

entspricht ein Wassergehalt von 3·778%.

Ich erlaube mir nur noch die Bemerkung anzuknüpfen, daß auf dieselbe Erscheinung auch Glaser [1]) stieß, als er Brom auf Hydrozimmtsäure bei einer Temperatur von 160° C. einwirken ließ, um eine den Monobromphenylpropionsäure isomere Säure zu erhalten. Nach der Bromirung war die erhaltene Säure bromfrei, und es wurde demnach die Hydrozimmtsäure unter Bildung von zwei Moleculen Bromwasserstoff geradezu in Zimmtsäure verwandelt. Eben so hatte dieser Chemiker an der von ihm dargestellten Phenylbrompropionsäure [2]) eine äußerst unbeständige Verbindung gefunden, die bereits bei 130° C. sich in Bromwasserstoff und Zimmtsäure spaltet. Jedenfalls tritt hier ein analoger Fall bei der Cuminsäure auf, welche zuerst durch Substitution von einem Atom Wasserstoff gegen ein Atom Brom in Brompropyl-phenyl-ameisensäure übergeht, die dann unter Abspaltung von einem Molecul Bromwasserstoffsäure die Alyl-phenyl-ameisensäure bildet:

$$C_{10}H_{12}O_2 + Br_2 = C_{10}H_{11}BrO_2 + BrH;$$
$$C_{10}H_{11}BrO_2 = C_{10}H_{10}O_2 + BrH.$$

[1]) Annal. der Chemie und Pharm. CXLIII. 345.

[2]) Annal. der Chemie und Pharm. CXLVII. 96.

Über Nitrobenzylcyanid und Amidobenzylcyanid.

Von Dr. **Ed. Czumpelik.**

(Mittheilungen aus dem chemischen Institute der Universität Bonn.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Mai 1870.)

Vor einem Jahre habe ich in dem Laboratorium des Herrn Professors Hofmann in Berlin eine neue Base aus der Cuminsäure von der Zusammensetzung $C_{10}H_{12}N_2$ dargestellt, welche ihrer rationellen Formel nach $C_{10}H_{10}(NH_2)N$, demnach amidirtes Cumonitril ist. Da nun die Cuminsäure selbst ein Derivat des Cymols

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_7\\CH_3\end{matrix}$$

des Propyl-methyl-benzols, also Propyl-phenyl-ameisensäure

$$C_6H_4<\begin{matrix}C_3H_7\\COOH\end{matrix}$$

ist, so wird die Formel des amidirten Cumonitrils eigentlich den folgenden Ausdruck

$$C_6H_3\left\langle\begin{matrix}NH_2\\C_3H_7\\CN\end{matrix}\right.$$

erhalten müssen, und ist dem zufolge als Amido-propyl-cyan-benzol aufzufassen.

Wie meine Formel zeigt, ist die von mir dargestellte Base ein Benzol-Abkömmling mit drei Seitenketten, von denen außer der Amidogruppe die eine das Cyan, die andere das Alkoholradical bildet, und ein directer Verwandter der von Professor Hofmann zuerst dargestellten Base aus der Benzoesäure, welche

$$C_6H_4<\begin{matrix}NH_2\\CN\end{matrix}$$

ist.

Es war daher für mich interessant, zu erfahren, ob auch diejenigen aromatischen Nitrile, in welchen das Cyan nicht an dem Benzolkerne, sondern an dem Alkoholreste der Seitenkette hängt, diese Metamorphose durchmachen, oder mit anderen Worten, ob außer den Nitrilen der Phenyl-ameisensäure und ihrer Homologen auch diejenigen Nitrile aromatischer einbasischer Säuren, welche sich ihrer Constitution nach den Fettsäure-Nitrilen anschließen, in Amidoderivate überführt werden können. Neben der Lösung dieses Problems handelte es sich mir aber auch in erster Linie um die Darstellung größerer Mengen einer solchen neuen Base, und ich wählte daher das Nitril der Alphatoluylsäure: $C_6H_5-CH_2-CN$ aus dem Grunde, weil die Methode Cannizzaro's die Mittel bietet, sich mit Leichtigkeit größere Mengen des erwähnten Nitrils zu verschaffen.

Wie bereits erwähnt, war es meine Sorge, größere Quantitäten der Base aus dem Grunde zu erhalten, um das Verhalten derselben gegen salpetrige Säure zu studiren und wo möglich die entsprechende Diazo-Verbindung zu bekommen.

Außerdem hatte ich die Idee, die Base selbst mit Jodäthyl zu behandeln, um zu der monoäthylirten Verbindung

$$C_6H_4<\begin{matrix}NH-C_2H_5\\CH_2-CN\end{matrix}$$

zu gelangen, welche durch salpetrige Säure den Nitrosokörper

$$C_6H_4<\begin{matrix}N<\begin{matrix}NO\\C_2H_5\end{matrix}\\CH_2-CN\end{matrix}$$

bilden sollte.

Unter Einem sollte auch das nitrirte Benzylcyanid selbst

$$C_6H_4<\begin{matrix}NO_2\\CH_2-CN\end{matrix}$$

auf sein Verhalten gegen Natrium-Amalgam geprüft werden, um den Azokörper:

$$C_6H_4<\begin{matrix}N=N\\CH_2-CN\end{matrix}>C_6H_4-CH_2-CN$$

zu erhalten.

Da nun Herr Radziszewsky in jüngster Zeit [1]) über das nitrirte Nitril der Phenylessigsäure, welches mit meinem nitrirten Benzylcyanid identisch und von mir bereits im Jänner d. J. dargestellt worden ist, eine Mittheilung gemacht hat, so halte ich es für zweckmäßig, die Ergebnisse meiner Arbeit zu veröffentlichen.

Was die Darstellung des Benzylcyanids anbelangt, so habe ich Toluol bei seinem Siedepunkt, chlorirt, um Benzylchlorid zu erhalten, welches ich nach wiederholten Rectificationen auf alkoholisches Cyankalium einwirken ließ. Diese Reaction verläuft äußerst glatt und in kurzer Zeit, und es wurde so mit Leichtigkeit eine Menge von 200 Grammen Benzylcyanid erhalten. Dieser Körper wurde in rauchende Salpetersäure unter fortwährender Abkühlung eingetröpfelt, über die Nacht stehen gelassen und hierauf die Flüssigkeit in Wasser eingegossen, wo sich ein ölartiger Körper ausschied, der nach kurzer Zeit zu Krystallen erstarrte. Dieser Körper wurde wiederholt mit Wasser gewaschen, und da sich derselbe in kaltem Alkohol nur schwer löst, mit Alkohol am Filter so lange gewaschen, als derselbe noch gefärbt ablief. Hierauf wurde das Nitro-Product in kochendem Alkohol gelöst; nach dem Erkalten krystallisirt dasselbe in zolllangen Nadeln aus, welche die Eigenschaft haben, mit alkoholischer Kali- oder Natronlösung sich intensiv roth zu färben, welche Färbung durch Säuren in eine grüne verwandelt wird — über welches Verhalten ich bereits im Monate Februar d. J. der Rheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde gelegentlich einer von Herrn Professor Mohr aufgestellten Hypothese „über die Reactionen des Lackmus gegen Alkalien und Säuren“ eine Mittheilung gemacht habe. Die Natur dieser Verbindung wurde durch die Stickstoffbestimmung sichergestellt:

0·2265 Gramme Substanz gaben bei einem Barometerstande von 74·4 Mm. 33·75 C. C. Stickstoff, welche einem Gehalte von 17·86% an Stickstoff entsprechen; die Theorie fordert für die Formel

$$C_6H_4<\begin{matrix}NO_2\\CH_2-CN\end{matrix}$$

17·26%.

---

[1]) Berichte der deutschen Gesellschaft 1870. Seite 198.

Zur Darstellung der Base wählte ich das frühere Verfahren nach Professor A. W. Hofmann, welches darin besteht, daß man in eine alkoholische Lösung des Nitrokörpers Zink und Salzsäure einbringt, aus der Flüssigkeit dann nach beendeter Operation das Zink mit concentrirter Natronlauge entfernt, die obenauf schwimmende alkoholische Lösung der Base abhebt, mit Wasser verdünnt, und die Base in Äther aufnimmt. Diese Methode eignet sich auch hier ganz gut; doch habe ich mich bei dieser Gelegenheit überzeugt, daß wenigstens für diesen speciellen Fall die Darstellung der Base mit Zinn und Salzsäure ebenfalls gelingt, was hier leicht ersichtlich ist, wenn ein Tropfen der alkoholischen Lösung mit alkoholischem Kali nicht mehr roth gefärbt wird. Es wurde hierauf die entstandene Zinn-Verbindung durch Einleiten von Schwefelwasserstoff zersetzt, das ausgefällte Schwefelzinn abfiltrirt, die Flüssigkeit eingeengt, wo bei der nothwendigen Concentration das salzsaure Salz der Base in sehr schönen Tafeln auskrystallisirt. Das salzsaure Salz ist in kaltem Alkohol schwer löslich, es wurde daher wiederholt mit demselben auf dem Filter gewaschen, hierauf in kochendem Alkohol gelöst, wo nach kurzer Zeit sich tafelförmige Krystalle aus der Lösung ausschieden. Das so gereinigte Salz wurde zur Analyse verwendet:

A. Die Chlorbestimmung ergab das folgende Resultat:

0·359 Gramme Substanz gaben 0·3022 Gramme Chlorsilber, entsprechend 20·83% Chlor; die Theorie fordert für die Formel

$$C_6H_4<\begin{matrix}NH_2\\CH_2—CN,\ ClH\end{matrix}$$

21·07% Chlor.

B. Die Elementaranalyse desselben Salzes gab nachstehende Zahlen:

0·4114 Gramme Substanz gaben 0·8553 Gramme Kohlensäure und 0·2041 Gramme Wasser, entsprechend 56·72% Kohlenstoff und 5·51% Wasserstoff, die Theorie fordert 56·98% C. und 5·34% H.

Die Resultate der Analyse zusammengefaßt ergeben für diese chlorwasserstoffsaure Base folgende Zusammensetzung:

$$C_8H_9N_2Cl.$$

		Theorie	Versuch
C_8....	69	56·98	56·72
H_9....	9	5·34	5·513
N_2....	28	16·61	—
Cl....	35·5	21·07	20·83
	168·5	100·00	

C. Ein Theil desselben Salzes wurde mittelst Platinchlorid in das Platinsalz verwandelt. Von diesem gaben:

α) 6·7637 Grm. 0·2210 Grm. Platin = 29·06% Pt.
β) 0·7080 Grm. 0·2055 Grm. Platin = 29·03% Pt.

Die Formel:

$$2(C_8H_8N_2, ClH) + PtCl_4 \text{ fordert } 29·19\%$$

an Platin.

Aus dem salzsauren Salze wurde die Base mit Natronlauge abgeschieden und mit Äther ausgeschüttelt. Nach dem Verdampfen des Äthers erhält man die freie Base in schuppenförmigen Aggregaten. Es wurde versucht, die Base in heißem Wasser zu lösen, in der Erwartung, nach dem Erkalten dieselbe in schönen Krystallen zu erhalten. Das Resultat zeigte jedoch, daß die Base im Wasser gelöst bleibt und erst bei dem Eindampfen als Öl sich abscheidet, das dann bei dem Erkalten erstarrt.

Überdies wurde ein Theil des Nitrobenzylcyanids in absolutem Alkohol unter Erwärmung gelöst, und hierauf die erforderliche Menge von Natrium-Amalgam zugesetzt, um die Nitroverbindung in die Azoverbindung umzuwandeln. Die Flüssigkeit, anfangs roth, wird bei längerem Stehen schön blau. Nach der Zersetzung des Natrium-Amalgams wurde die Flüssigkeit von dem Quecksilber getrennt, mit überschüssiger Chlorwasserstoffsäure und Wasser versetzt, wobei ein voluminöser grüner Körper niederfällt, der wegen seiner äußerst gallertartigen Beschaffenheit mit Hilfe der Bunsen'schen Pumpe filtrirt und gewaschen wurde. Dieser Körper hat die Eigenschaft, mit alkoholischen Kali- oder Natronlösungen sich intensiv blau zu färben, aus welchen Lösungen derselbe durch verdünnte Säuren in grünen Flocken ausfällt.

Über seine elementare Zusammensetzung, so wie über das Verhalten der Base gegen die von mir angeführten Reactionsmittel, behalte ich mir vor, später weitere Mittheilungen zu machen.

Zum Schlusse erlaube ich mir nur noch die Bemerkung, daß die von mir dargestellte Base, für welche ich den Namen „Amido-benzyl-cyanid„ vorschlage, ein Benzol-Abkömmling mit zwei Seitenketten ist:

$$C_6H_4 < \begin{matrix} NH_2 \\ CH_2—CN \end{matrix},$$

und demnach ein Glied einer homologen Reihe bildet, welche sich von den von Herrn Professor Hofmann in die Wissenschaft eingeführten amidirten Nitrilen durch die verschiedene Anlagerung des Cyanrestes unterscheidet, und demnach ein Isomer mit der aus der Toluylsäure darzustellenden Base bildet:

$$C_6H_4 < \begin{matrix} NH_2 \\ CH_2—CN \end{matrix}$$

Amido-benzyl-cyanid.

$$C_6H_3 \left\langle \begin{matrix} NH_2 \\ CH_3 \\ CN \end{matrix} \right.$$

Amido-toluo-nitril.

Daß das Amido-benzyl-cyanid auch als Toluidin aufgefaßt werden kann, in welchem ein Methyl-Wasserstoff durch Cyan ersetzt ist, ist nach der rationellen Formel dieses Körpers mit einbegriffen:

$$C_6H_4 < \begin{matrix} NH_2 \\ CH_3 \end{matrix}$$

Toluidin oder Methyl-amido-benzol.

$$C_6H_4 < \begin{matrix} NH_2 \\ CH_2—CN \end{matrix}$$

Amido-benzyl-cyanid.

Über die Wirkung des *Tartarus emeticus* und des *Chininum bisulfuricum* auf die Temperaturverhältnisse bei der croupösen Pneumonie.

Von Dr. L. Schrötter,

Docent an der Wiener Universität, und Vorstand der Klinik für Laryngoskopie.

(Mit 5 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Juli 1870.)

Vorliegende Arbeit ist der II. Theil der II. Abtheilung der Untersuchungen über den Einfluß einzelner Medicamente auf den Krankheitsgang und namentlich den Fieberverlauf der croupösen Pneumonie. Es muß dieß vorläufig auch der Schluß meiner Arbeit bleiben, da ich gegenwärtig über kein entsprechendes Beobachtungs-Materiale verfüge. Ich kenne übrigens sehr wohl die Lücken meines Unternehmens und sehe auch ein, daß die Anzahl der bisher von mir in eingehender Weise beobachteten Fälle eine zu geringe ist, um bei statistischer Rechnung maßgebende Schlüsse zu erlauben. Allein ich kann mich auch hier darauf berufen, daß die Art der Beobachtung eine so genaue ist, daß jeder andere Beobachter meine Resultate mit voller Beruhigung zu den von ihm gewonnenen hinzulegen, und für jede Statistik verwerthen kann.

Einzelnes in der Art der Beobachtung von der früheren Arbeit abweichendes wollen wir am betreffenden Orte näher schildern.

Warum ich den *Tartarus emeticus* gewählt habe, braucht nicht näher erörtert zu werden, und das Chinin wurde aus dem Grunde in Betracht gezogen, weil ich überhaupt dessen Einwirkung auf acute und chronische Fieber in weiter gehender Weise studiren und die so unendlich auseinander gehenden Ansichten über dessen Wirkungsweise prüfen wollte.

Es stellt sich hier in der Form der Tagesschwankung ein Gleichgewicht zwischen der normalen und abnormen Form der Tagesschwankung heraus. Die geringe Anzahl der Fälle ist zu wenig conform, als daß sie eine durchschnittliche Höhe der Tagesschwankung nachweisen ließe. Es scheinen jedoch hauptsächlich größere Remissionen vorzukommen.

Ein Gleichbleiben der Temperatur durch längere Zeit kommt auch hier nur bei ein Paar Fällen während zweier zunächst aufeinander folgenden Messungszeiten vor. Ein Ansteigen der Temperatur den ganzen Tag hindurch kommt nur zweimal (3. Tag bei F. Wodazek und 8. Tag bei F. Brhlik) ein Sinken derselben jedoch während derselben Zeit gar nicht vor. Intermissionen kommen hier von sehr beträchtlicher Größe vor. Sie schwanken zwischen 1·2°—3·2° und am häufigsten betragen sie 1·3°—1·4°. Die meisten kommen im Falle Brhlik vor und hier erreichen sie auch die größte Höhe. Dieselben beginnen bei dieser Therapie am häufigsten Abends. Bei der indifferenten ebenso, bei *digitalis* Mittags, bei *Tinct: veratri* gleichhäufig Morgens und Abends. In solchen Fällen wo mehrere Intermissionen vorhanden sind zeigt sich durchaus keine Zunahme derselben gegen das Ende des Höhestadiums. Die Dauer der Intermissionen schwankt zwischen 13 und 52 Stunden. Das häufigste ist 24 Stunden. Die erreichte höchste Höhe des Höhestadiums war 40·8° (Brhlik), die niederste 39·3° (4 Fälle). Durchschnittlich erreicht die höchste Höhe 39·7° bis 40·5°. Die höchste Temperatur ist also hier höher als bei der *Digitalis* und niederer als bei der *Veratrin* und der indifferenten Behandlung, die niedrigste Temperatur niedriger als bei *Digitalis* und niedriger als bei *Tct. veratri* und bedeutend höher als bei der indifferenten Therapie.

Eine *Perturbatio critica* ist in der überwiegenden Anzahl von Fällen nicht nachzuweisen.

Abfall.

Da 1 Fall im Höhestadium ein lethales Ende nimmt, kommen 11 Fälle mit raschem und 8 mit allmäligem Abfalle zur Beobachtung.

a) Rascher Abfall.

Bei diesem findet der Abfall 4mal gleich unter die Norm, 5mal bis zur Norm, und nur 2mal nicht ganz bis zur Norm (wobei jedoch

nur wenige Zehntel fehlen) statt. Die beiden Fälle Heiny und Wodazek zeigen beide während des raschen Abfalles neuerdings ein Ansteigen der Temperatur um 0·4° und von 1°. Somit sollten sie eigentlich zum langsamen Abfalle gerechnet werden. Da aber dieses Ansteigen nur durch außergewöhnliche Nachtmessungen festgestellt wurde, andererseits der weitere Verlauf die Hieherbeziehung dieser Fälle vollständig rechtfertigt, so haben wir sie hierher gerechnet. Da ein Fall (Schirmer) schon während des Abfalles und zwar sogar schon am ersten Tage der Erkrankung zur Beobachtung kommt, so können wir die Tageszeit des Eintretens des Sinkens der Temperatur nicht genau angeben. In den übrigen 10 Fällen findet ein überwiegendes Abfallen am Abend statt. Bei der indifferenten Therapie ebenso, bei *Digitalis* desgleichen, bei *Tct. veratri* am Mittag. Da wir hier keine Fälle haben, wo ein Zweifel über die Rechnung nach Thomas oder nach uns möglich wäre, so fällt diese Betrachtung vollständig hinweg, und es vertheilen sich die Tage wie folgt:

Krankheitstag	1	4	5	6	7
Anzahl der Fälle	1	2	2	5	1

Hier findet also ein Überwiegen des Abfalls der Temperatur an den geraden Tagen statt. Bei den zwei Fällen Neugebauer und Schirmer, wo die Temperatur nicht ganz bis zur Norm abfällt, beträgt die Größe des Abfalles 2° und 2·1°, die Abfallszeit 15 und 6 Stunden. Bei jenen Fällen wo ein stetiger Abfall bis zur Norm stattgefunden hat, beträgt die größte Differenz des Abfalls 2·9°, die kleinste Differenz 2°, die längste Abfallszeit 44 Stunden, die kürzeste 18 Stunden. Bei den 4 Fällen des Abfalls bis unter die Norm beträgt die größte Differenz 3·9°, die kleinste 2·5°. Die längste Abfallszeit ist 52 Stunden; die kürzeste 9 Stunden. Die höchste hier erreichte Temperatur beträgt 40·5°, die niedrigste 35·6° (Traugott).

Da aber bei allen diesen Fällen während des Schwankens an, über und unter der Norm ein weiteres Sinken der Temperatur, und oft schon sehr bald nach dem eben berechneten Zeitpunkt eintrat, so zeigt sich als die größte Differenz zwischen höchster Höhe des Höhestadiums und niedrigstem Temperaturstande überhaupt 4·7°,

und als die kleinste 2·6°. Am häufigsten wurde die niederste Temperatur am 7. Tage erreicht. Es braucht nicht erst erwähnt zu werden, daß diese Verhältnisse bei häufigeren und durch längere Zeit fortgesetzten Messungen sich anders gestalten würden.

b) Langsamer Abfall.

Das Abnehmen der Temperatur geschieht hier in der überwiegenden Zahl von Fällen in der Weise, daß die Tagesminima rascher abnehmen als die Tagesmaxima. In den meisten Fällen ist der allmälige Abfall ganz exquisit ausgeprägt. Fälle mit einem sogenannten Subhöhestadium finden sich hier nicht.

Intermissionen sind hier so wenig ausgeprägt, daß sie ganz übergangen werden können. Auch hier überwiegt das sofortige Sinken der Temperatur unter die Norm über jedes andere Verhältniß. Die größte Abfallsdifferenz von der höchsten überhaupt erreichten Temperatur bis zur niedrigsten beträgt bei den Fällen mit Abfall bis zur Norm 3·5°, und wenn wir das in zwei Fällen (Link, Riemer) nach einem Wiederanstiege stattgefundene weitere Sinken hinzurechnen 4·4°. Die kleinste Differenz ist 2·6°. Bei diesen Fällen beträgt die höchste Temperatur 40·3°. Bei den Fällen, wo ein Sinken unter die Norm stattfindet, beträgt die größte Differenz 4·7° (Prorok) welches hier überhaupt, da kein weiteres Sinken stattgefunden hat, das erreichte Minimum ist, und die kleinste Differenz 2·9°. Hier beträgt die höchste erreichte Temperatur 40·5°, die niedrigste 35·8° (Prorok). Bei jenen mit Sinken bis unter die Norm dauerte der längste Abfall 131 Stunden, der kürzeste 67 Stunden.

Die größte Differenz in der Tagesschwankung ist 2·4°, die kleinste 0·2°, und betrug am häufigsten zwischen 0·8° — 1·1°.

Die Höhe der Tagesschwankung nimmt hier gegen das Ende des Abfalles ab. Es zeigt sich nicht, daß an den kritischen Tagen eine stärkere Abnahme in der Tagesschwankung eintreten würde, als an den nicht kritischen. Wohl nur zufällig tritt hier der Abfall am häufigsten am vierten Tage ein. Bei der geringen Anzahl von Fällen wäre es sehr gewagt, hieraus einen bestimmten Schluß zu ziehen.

Wenn wir den raschen mit dem langsamen Abfalle vergleichen, so beträgt die größte Abfallsdifferenz bei beiden 4·7° und die

geringste ebenfalls bei beiden 2·6°. In Bezug auf die Abfallszeiten ergibt sich bei ersterem als längste Abfallszeit 44 Stunden, bei letzterem 183 Stunden; als kürzeste Abfallszeit bei raschem Abfalle 6 Stunden, und beim allmäligen 67 Stunden. Die niedrigste Temperatur betrug beim raschen Abfalle 35·6°, und bei dem langsamen 35·8°. Bei beiden war die höchste erreichte Temperatur 40·5°.

Vom Wiederanstiege.

Ein Wiederansteigen der Temperatur wurde hier in vier Fällen beobachtet, in einem Falle (Wodazek) nur in ganz vorübergehender Weise bis 38·1, ohne daß sich eine entsprechende Ursache finden ließ, einmal (Winter) durch 4 Tage, Temperatur 37—38°, in Verbindung mit einem Furunkel im Gehörgange; das drittemal (Link) mit durchwegs normalen Tagesschwankungen zwischen 0·6 und 2·7° (höchste Temperatur 39·2 und niederste 36°), zuerst durch ein allmälig sich ausbildendes pleuritisches Exsudat und später einen Lungenabsceß bedingt; endlich das viertemal (F. Riemer) mit einer durch 4 Tage andauernden Temperaturssteigerung mit unregelmäßigen Tagesschwankungen und höchster Temperaturssteigerung bis 37·9°, ebenfalls in Verbindung mit einem leichten pleur Exsudate.

Verhältniss zwischen Temperatur, Puls und Respiration.

Im Höhestadium stellt sich vollkommenes Gleichgewicht in der Conformität und Nicht-Conformität zwischen Puls und Temperatur heraus. Es ist dieses dasselbe Verhältniß, wie wir es bei der indifferenten Therapie getroffen haben, während bei der *Digitalis*-Behandlung sich beinahe vollkommene Conformität, und bei der *Veratrum*-Behandlung ein Überwiegen der Nichtconformität der drei Fiebersymptome herausstellte; die Respirations-Frequenz ist aber mit den beiden andern Fiebersymptomen am wenigsten conform. Wir haben also hier Gleichheit mit den indifferent behandelten Fällen, Ungleichheit mit der *Digitalis*- und völlige Gleichheit mit der *Veratrum*-Behandlung. Es muß aber erinnert werden, daß es sich hiebei immer nur um die gleiche Form in der Tagesschwankung und nicht um gleiche Werthe handelt.

In entschiedenster Weise überwiegt im Abfalle die Nichtconformität zwischen Temperatur im Vergleiche mit Puls und Respiration

über die Conformität unter diesen Symptomen, während Puls und Respiration unter einander eine gewisse Conformität zeigen.

Bei der Betrachtung des Krankheitsverlaufs im Ganzen jedoch überwiegt bei weitem das gleiche Gepräge im Gange des Ansteigens und Abfallens der drei Symptome über ein verschiedenes Verhalten derselben. Wenn wir jetzt wieder berücksichtigen, ob Puls oder Temperatur früher von der Höhe zur Norm zurückkehren, so zeigt sich, daß für Puls und Temperatur dieses völlig zur selben Zeit geschieht, und daß die Fälle, wo der Puls früher abfällt die selteneren sind, so daß also hier dasselbe, wie bei der indifferenten, der *Digitalis*- und *Veratrum*- Therapie gesagte gilt.

In dem ein lethales Ende nehmenden Falle Brhlik zeigen sich ganz enorme Verschiedenheiten in der gleichzeitigen Höhe der drei Fiebersymptome, welche aber gegen den Tod hin keineswegs auffallender werden. Ja unmittelbar vor dem Tode zeigen sie sogar eine Übereinstimmung. Denn alle drei Symptome sind von Morgen bis Mittag des 12. Krankheitstages, also unmittelbar vor dem um 1½ Uhr p. m. eintretenden Tode in gleichmäßigem Abfalle begriffen.

Außerdem ließe sich auch hier eine Reihe von Beispielen anführen, so wie wir dieses namentlich bei der indifferenten Therapie gethan haben, wo entweder alle drei Fiebersymptome oder zwei derselben die auffallendste Verschiedenheit untereinander zeigen, so der Fall Mandel, wo am Beginn des dritten Krankheitstages unter beträchtlicher *Tartarus*-Wirkung, Temperatur und Respiration bedeutend abfallen, der Puls aber erst noch zu einer sehr bedeutenden Höhe (von 114 auch 140) ansteigt und dann erst abfällt, jedoch nicht in einer dem Sinken der beiden andern Fiebersymptome entsprechenden Weise.

Über das Verhältniss des Infiltrates zur Temperatur.

Unter den 19 hieher gehörigen Fällen finden sich zufälliger Weise meist nur solche mit kurzem Höhestadium, welchen sich entnehmen läßt, daß nicht nur während des Ansteigens, sondern auch während des Abfallens der Tagesschwankung in der größten Anzahl von Fällen ein Zunehmen des Infiltrates stattfindet. Es scheint dieses also die auf Seite 47 der ersten Arbeit besprochenen Schlüsse zu bestätigen.

Bestimmt ließe sich dieses jedoch nur bei einer größeren Anzahl von Fällen und namentlich solchen mit einem längeren Höhestadium feststellen. Auch hier zeigt sich, daß sehr häufig bei beginnender Defervescenz, namentlich an dem ersten Tage derselben, das Infiltrat noch zunimmt, was neuerdings mit den auf Seite 47 der ersten Arbeit gemachten Schlüssen übereinstimmt.

Sehr auffallend sind in dieser Beziehung die Fälle Haninger, Schirmer, Bauer A., Wodazek, Neugebauer und Promper; daß im weiteren Verlaufe des Abfalles der Temperatur auch ein Rückgehen des Infiltrates stattfindet, ist natürlich. In Bezug auf den Vergleich zwischen Höhe der Temperatur und Ausbreitung der Infiltration zeigt sich, daß wir (selbst mit Berücksichtigung einer frühzeitigen Beobachtung) trotz ausgebreiteter Infiltration, sogar bei beiderseitiger Erkrankung nur relativ niedrige Temperaturen mit höchsten Werthen von 39·3° bis 40° haben, und daß sich die höchste Temperatur 40·8°, bei einer mit dem Puerperium zusammenhängenden Pneumonie findet. Die zunächst hohen Temperaturen fallen allerdings auch mit ausgebreiteter Erkrankung zusammen.

Lappen.

In Bezug auf die erkrankten Lungenlappen vertheilen sich die Fälle wie folgt:

	Fall
Rechter Unterlappen	1
Rechter, Mittel- und Unterlappen	1
Rechts, alle 3 Lappen (einer complicirt mit *Pleuritis sinistra*)	5
Linker Unterlappen	3
Linker Ober- und Unterlappen	6
Beiderseitige	4

und zwar:

Links beide Lappen und rechts: dreimal ebenfalls alle 3 Lappen und nur einmal der rechte Unterlappen. Bei den beiderseitigen Erkrankungen überwiegt der allmälige Abfall. Für alle andern Betrachtungen ist die Anzahl der Fälle eine zu geringe, als daß wir uns maßgebende Schlüsse erlauben könnten.

Alter.

Nachstehende Tabelle zeigt die Übersicht

Alter	Fälle
10—15 Jahre	1
15—20 „	6
20—25 „	3
25—30 „	4
30—35 „	2
45—50 „	4

Das jugendliche Alter überwiegt somit. weitere Betrachtungen sind wegen des geringen Beobachtungs-Materiales nicht zulässig.

Complicationen.

Auch hier ist *Pleuritis* die häufigste Complication, denn sie ist in 11 Fällen vertreten. In drei derselben finden sich hohe Respirationswerthe; Fall Friedrich und Riemer sind nicht anderweitig, Brhlik aber durch das *Puerperium* complicirt. Nur im Falle Brhlik war der Schmerz beträchtlicher. In den übrigen Fällen von Pleuropneumonien sind Respirationswerthe vorhanden, die sich von anderen Pneumonien ohne *Pleuritis* in nichts unterscheiden. Zweimal ist auch die Ausbildung eines pleuritischen Exsudates die Ursache von dem Wiederansteigen der Temperatur (Link, Riemer).

Der am zweiten Krankheitstage im Falle Neugebauer auftretende *Herpes nasalis* hat auf die Temperatur weiter keinen Einfluß, im zweiten Falle Bauer A. sehen wir denselben am vierten Erkrankungstage während einer beträchtlicheren Intermission auftreten. Im dritten Falle Brhlik sind anderweitige jedenfalls wichtigere Complicationen vorhanden.

Für das Wiederansteigen der Temperatur im Reconvalescenzstadium des Falles Winter läßt sich mit völliger Sicherheit die Entstehung eines Furunkels im rechten Gehörgange angeben.

Die Ausbildung des Abscesses in der Lunge im Falle Link mag wohl zur Protraction des Fiebers bis auf 25 Tage beigetragen haben. Da der Fall aber auch noch mit einem im schwankenden Wachsen begriffenen pleuritischen Exsudate complicirt ist, läßt sich dieses mit Bestimmtheit nicht angeben. Daß der Fall Brhlik nur in untergeordneter

Weise durch den Lungenabsceß, sondern hauptsächlich durch die Complication mit dem *Puerperium* ein von den übrigen vollkommen abweichendes Ansehen bekommen hat, kann gewiß keinem Zweifel unterliegen, und soll von diesem Falle noch später ausführlicher gesprochen werden.

Tod.

(Brhlik.) Es sind die bedeutenden Fieberintermissionen, so wie die hohen Tagesschwankungen überhaupt erwähnenswerth. Auffallend ist ferner die hohe Temperatur und Pulsfrequenz, und an einzelnen Tagen die bedeutende Difformität zwischen den drei Fiebersymptomen. Sie nehmen kurz vor dem Tode von ziemlich beträchtlicher Höhe her ab. Die Form der Tagesschwankung an dem dem Tode vorangehenden Tage ist eine abnorme. Bei der Complication dieser Krankheit aber *(Puerperium)* ist es viel wahrscheinlicher, daß das eigenthümliche Gepräge des Krankheitsganges in allen seinen Momenten durch diese und weniger durch die Veränderungen in der Lunge, herbeigeführt wurde.

Therapie.

Der *Tart. emeticus* wurde alsogleich nach Eintritt des Kranken in die Anstalt, Constatirung der Krankheit und Messung der Eintrittstemperatur angewandt, und zwar ohne weiterer Berücksichtigung einer besonderen Pulsbeschaffenheit (welche, nämlich den weichen Puls, Grisolle als nothwendig für die Entfaltung der *Tartarus*-Wirkung voraussetzt!).

Wir gingen dabei so vor, daß von einer Lösung von 3 gr. *Tart. emet.* auf 4 Unzen Wasser die Hälfte (also 1½ gr.) auf einmal verabreicht wurde. Trat Erbrechen ein, so ward alsogleich die Temperatur abgenommen und das Medicament vorläufig ausgesetzt. War aber nach einiger Zeit auf die genannte Dosis kein Erbrechen eingetreten, so wurden viertelstündig von obiger Lösung zwei Eßlöffel fortgegeben, entweder bis zum Erbrechen oder dem Eintreten der Diarrhoe, oder dem Sinken der Temperatur. In dieser Weise kam das Medicament in drei Fällen einmal, in 13 zweimal, in je zwei Fällen drei- und viermal zur Anwendung.

Es wurden von einem Kranken 2—9 gr. *Tart. emet.* verbraucht, die am häufigsten angewendete Menge betrug 3—4 gr.

Wenn wir zunächst den unmittelbaren Einfluß des Medicamentes auf den Temperaturgang betrachten, so zeigt sich:

1. Daß in einer ganz überwiegenden Anzahl von Fällen nach der Verabreichung des Medicamentes unter dem Eintreten von Erbrechen und Diarrhoe ein Sinken der Temperatur eintritt (in wenigen Fällen steigt dabei die Pulsfrequenz noch an).

2. Nächst häufig ist der Fall, wo die Temperatur nach dem Erbrechen sinkt, ohne daß Diarrhoe eingetreten war.

3. Nächst häufig, wo ohne Erbrechen nur mit Diarrhoe die Temperatur sinkt; ein Ansteigen der Temperatur wurde nur einmal trotz Erbrechen und einmal trotz eintretender Diarrhoe beobachtet. In einem Falle kam ein Abfall der Temperatur ohne Erbrechen oder Diarrhoe zur Beobachtung.

Somit zeigt sich, daß unter dem Gebrauche des Brechweinsteins die Temperatur ganz entschieden, und zwar unter Erbrechen und Diarrhoe sinke.

Wir haben also hierin eine Bestätigung für das im I. Theil S. 61 vermuthungsweise ausgesprochene. Es zeigt sich aber auch hier, daß:

A. Ein Sinken der Temperatur unter dieser Therapie auch ohne Erbrechen und Diarrhoe, und endlich auch daß:

B. Trotz des Brechweinsteins ein Ansteigen der Temperatur stattfinden kann.

Wenn wir nun den einzigen sub *A* erwähnten Fall Brhlik genauer analysiren, so fand das Sinken der Temperatur am letzten Tage statt, zu einer Zeit, wo die Kranke agonisirte, und das Medikament *ex indicatione morbi* gegeben wurde, um eine Expectoration des in den Bronchien angesammelten Schleimes zu bewirken. Wenn hier das Medikament nutzlos blieb, so wird uns das nicht wundern und andererseits hängt das Sinken der Fiebersymptome, wie wir dieses ja schon in anderen Fällen gesehen haben, gewiß mit dem Eintreten des lethalen Endes zusammen.

Ad *B.* In dem Falle (Winter), wo trotz eintretender Diarrhoe ein Ansteigen der Temperatur erfolgte, war diese am sechsten Krankheitstage ohnedem im beträchtlichen Ansteigen begriffen. Wir sehen gleichzeitig das Infiltrat zunehmen, was eben das Medikament nicht zu verhindern vermochte. In dem zweiten Falle (Erber), wo ein Ansteigen der Temperatur um 1° trotz Erbrechen stattfindet, läßt sich

ebenfalls keine Ursache für die Wirkungslosigkeit des Medikamentes finden.

Wenn wir die Größe des Sinkens der Temperatur berücksichtigen, so ergeben sich nach der *Tartarus*-Wirkung so auffallende Werthe, daß durch selbe die Richtigkeit der Angaben festgestellt wird. Es zeigt sich nämlich, daß die geringste Differenz $0 \cdot 3^{\circ}$, die größte Differenz etwa $1 \cdot 2^{\circ}$, also eine wohl nicht zu übersehende Zahl ist.

Während wie langer Zeit vollzog sich das Abfallen? Hier finden wir eine beträchtliche Verschiedenheit. Es zeigt sich nämlich oft in kurzer Zeit ein bedeutendes Abfallen, und in anderen Fällen in relativ langer Zeit nur ein geringes Sinken der Temperatur. Am häufigsten erstreckte sich das Sinken von einer Messungszeit zur andern, das längste Sinken betrug 23 St. und das kürzeste $1\frac{1}{2}$ Stunden. Eine größere Anzahl von Messungen wäre hier wünschenswerth.

Was also die Wirkungsweise des Medikamentes anbelangt, so scheint dieselbe doch hauptsächlich in dem Brechacte gelegen zu sein, denn mit Ausnahme von nur drei Verabreichungen, sehen wir ein Sinken der Temperatur nach und unter dem Erbrechen eintreten. Es ist aber auch richtig, daß nur unter der Diarrhoe und selbst auch ohne diese ein Sinken der Temperatur eintrat. Dieser letzte Fall (Brhlik) kann aber, da er eine bereits Agonisirende betrifft, füglich unberücksichtigt bleiben. Ferner stellt sich heraus, daß in den drei Fällen Riemer, Wodazek, Winter, wo das Sinken ohne Erbrechen stattfand, die Temperatur sich ohnehin im natürlichen Abfalle der Tagesschwankung befand, also vielleicht auch ohne *Tartarus* ein solches (nun allerdings auffallendes) Heruntergehen der Temperatur stattgefunden hätte.

Selbst bei jenen Kranken, wo das Medikament mehrere Tage hintereinander fortgesetzt wurde, trat keine Gewöhnung an dasselbe ein.

Wie verhielt sich dieses Medikament in Bezug auf Zu- und Abnahme der Infiltration? Ist es etwa gelungen durch möglichst frühzeitige Anwendung desselben und nach einer energischen Entfaltung von dessen Wirkung eine weitere Ausbreitung des Infiltrates zu verhindern, oder eine Abnahme desselben oder endlich eine Verminderung der Beschwerden des Kranken (Schmerz, Dyspnoe) zu bewirken? Diese Frage läßt sich mit aller Bestimmtheit entscheiden, denn es findet

in der größten Mehrzahl der Fälle leider ein Zunehmen des Infiltrates statt und wenn in ein Paar Fällen am sechsten Krankheitstage unter dieser Therapie endlich eine Abnahme des Infiltrates eintrat, sind wir durchaus nicht berechtigt diesen Umstand auf Rechnung der Therapie zu setzen. Denn wir ersehen aus der Reihe der Fälle mit indifferenter Therapie, daß wenn die Krankheit einmal so lange gedauert hat, dann jeden Augenblick eine Abnahme der Erkrankung eintreten kann. Puls und Respiration nehmen unter der *Tart.*-Wirkung nur um ein Geringes häufiger ab, als das Gegentheil stattfindet, namentlich sehen wir auch gar nicht selten, daß unter der *Tart.*-Wirkung zuerst ein Ansteigen, und dann erst ein allerdings oft auffallendes Sinken zu Stande kommt.

Auf das Sputum hat der *Tart.* gewiß nicht den Einfluß, wie er von anderer Seite angegeben wird; nicht nur daß das Sputum unter der *Tart.*-Behandlung in gleicher Menge secernirt wird und auch mit gleichem Blutgehalte wie früher, sehen wir sogar in mehreren Fällen, daß, während bei der beginnenden Erkrankung kein Sputum vorhanden war, erst im weiteren Verlaufe der Behandlung, also schon nach stattgefundener *Tart.*-Wirkung ein blutiges Sputum und oft sogar in beträchtlicher Menge ausgeworfen wird.

Es zeigt sich nicht in entschiedener Weise, daß der Schmerz unter der *Tart.*-Wirkung geringer geworden wäre, wenn auch in einzelnen Fällen nach dem Erbrechen eine Erleichterung eintrat, und scheint mir die von Skoda hiefür gegebene Erklärung die vollkommen richtige zu sein.

Wenn wir nun den Krankheitsverlauf im Ganzen betrachten, so wird eine entscheidende Beantwortung der Fragen, ob durch diese Therapie eine Abkürzung des Höhestadiums und eine Erzielung niedrigerer Temperaturswerthe als bei der indifferenten Therapie zu beobachten sind, bei der geringen Menge des beobachteten Materiales, nicht leicht möglich.

So finden sich bei der *Tart.*-Behandlung sieben Fälle mit der Dauer eines Höhestadiums von bloß ein oder zwei Tagen unter 19 Kranken und bei den indifferent behandelten hieher gehörigen Fällen 13 mit ebenso langer Dauer. Somit würde sich hier das Verhältniß allerdings für die *Tart.*-Behandlung günstiger gestalten. Allein es sind dieß doch zu wenig Fälle, um uns einen solchen Schluß zu erlauben.

Bei der indifferenten Therapie war die durchschnittlich erreichte höchste Höhe 40·2—40·4° und hier 39·7—40·5°, anscheinend

also auch etwas ungünstiger. Doch gilt offenbar auch über diesen Punkt das eben Gesagte. In Bezug auf den Abfall haben wir hier 11 Fälle mit raschem unter 19, und bei der indifferenten Therapie 40 unter 70, was also für die indifferente Therapie sprechen würde, jedoch mit der früher erwähnten Cautele. Es zeigt sich durchaus nicht, daß etwa unter dieser Therapie das Reconvalescenz-Stadium abgekürzt würde. Um jedoch Zahlen gegen Zahlen zu setzen, wäre es nothwendig, wie dieses bereits in der ersten Arbeit besprochen wurde, die Messungen noch durch lange Zeit nach Rückkehr der Fiebersymptome zur Norm fortzusetzen.

Es erübrigt noch über das Verhältniß der *Tartarus*-Wirkung zu den kritischen und nicht kritischen Tagen eine kurze Bemerkung zu machen. Es stellt sich keineswegs heraus, daß etwa an den kritischen Tagen diese deutlicher und energischer hervorträte, und scheint somit der Krankheitstag keinen Einfluß auf die Entfaltung der *Tart.*-Wirkung zu haben. Ein interessantes Beispiel für diese Behauptung ist namentlich der Fall Winter, wo eben, wenn wir nach der astronomischen Zeit rechnen, am Abende des fünften Tages eine *Tart.*-Wirkung zu beobachten ist; am Mittag des sechsten jedoch keine; es gehören aber beide Beobachtungen nach unserer (der gewiß richtigen) Berechnung dem fünften Krankheitstage an.

Wenn wir somit den ganzen Effect der *Tart.*-Therapie zusammenfassen, so läßt sich mit Bestimmtheit der Satz aussprechen, daß wir durch dieses Medikament im Stande sind in vorübergehender Weise die Temperatur, weniger den Puls und die Respiration herabzudrücken, ohne daß wir aber dadurch im Stande wären den Gang der ganzen Erkrankung wesentlich umzustimmen. Schließlich muß aber noch bemerkt werden, daß ein schädlicher Einfluß des *Tart.* nicht zu beobachten war. Es war bei unserer Dosirung weder nothwendig gegen das Erbrechen noch die Diarrhoe einzuschreiten. Es ist damit, wenn man die jedenfalls für den Kranken ziemlich beträchtlichen Unannehmlichkeiten berücksichtigt, der Stab über diese Therapie als specifische gebrochen, während der *Tart. emeticus* als Brechmittel gewiß unter den symptomatischen Medikamenten seinen Platz mit vollem Rechte behalten wird.

B. Chinin.

Die Fälle kamen nach folgender Übersicht in die Beobachtung:

Tag	Fälle
1	3
2	3
3	9
4	1
5	2
6	1
7	1
	20

Auch hier ist die größere Anzahl von Kranken noch zu einer hinreichend frühen Zeit in Beobachtung gekommen. Der eine Fall vom sechsten und siebenten Beobachtungstage wird allerdings nur in einzelnen Punkten die Anstellung von Betrachtungen gestatten.

Mit Ausnahme von drei Erkrankungsfällen, von denen zwei mit Schmerz und einer mit Husten beginnen, offenbaren sich alle übrigen durch einen Frostanfall.

In Rücksicht auf das Krankheitsstadium rechnen wir einen zum Anstiege, 18 zum Höhestadium, und einen als bereits im Fieberabfalle zur Beobachtung gekommen, hieher. F. Palanitz könnte allerdings auch als schon im Abfalle begriffen angenommen werden; mit Berücksichtigung aber, daß der Kranke doch schon am dritten Tage der Erkrankung und mit noch fortwährend zunehmenden Krankheitserscheinungen in die Anstalt kam, wurde der Fall noch zum Höhestadium gerechnet.

Anstieg.

Wir haben den Fall Jellinek, welcher am Ende des dritten Krankheitstages in Beobachtung kommt, weil sich noch von hier aus bis zum Abende des siebenten Tages ein fortwährendes Ansteigen ergibt und die Temperaturshöhe des ersten Beobachtungstages noch eine relativ niedrige zu nennen ist, hieher gerechnet. Das Ansteigen findet in allmäliger Weise und zwar in abnormen Tagesschwankungen zwischen 0·2 und 1·2° statt, beginnt mit einer Temperatur von

38·4 und erreicht am Abende des vierten Beobachtungs-, das ist des siebenten Krankheitstages, eine Temperatur von 40°. Es beträgt somit die Differenz zwischen erster Beobachtung und erreichtem Höhestadium 1·0°; wenn wir aber nach der tiefsten beobachteten Temperatur rechnen, gerade 2°. Die Respiration steigt eben so allmälig wie die Temperatur an, die Pulsfrequenz jedoch macht eine bedeutende Intermission.

Höhestadium.

Bei der Betrachtung dieser Fälle gerathen wir in Bezug auf die nähere Eintheilung derselben auf Schwierigkeiten, wie es eben bei jeder Classification geht, indem sich die Thatsachen keine Gewalt anthun lassen. Es muß nämlich immer mehr weniger gezwungen erscheinen, wenn wir bei einzelnen Fällen ein Erreichtsein der höchsten Temperatur mit einer Spitze und bei anderen nicht annehmen. In dem Falle Klimesch dürfte wohl das Annehmen einer Spitze mit Berücksichtigung des frühen Beobachtungstages und des, wenn auch nicht hinlänglich genau bekannten, früheren Krankheitsverlaufes vollkommen gerechtfertigt erscheinen. Die folgenden Curven gestatten offenbar schon mehrere Anschauungsweisen. Fall Wimmer kann mit der Beobachtungszeit vom Mittag des zweiten bis Mittag des dritten Tages ebenso gut zum Anstiege gerechnet und dann die Temperatur am Mittag des dritten Tages als eine Spitze betrachtet werden, als wir diese ganze Beobachtungszeit zum Höhestadium rechnen können.

Dieses letztere erscheint richtiger. Obwohl Grüblinger schon am ersten Krankheitstage in Beobachtung kommt, wurde er mit Bezug auf die noch höhere Temperatur, trotz der höchsten Höhe am ersten Tage, dennoch zum protrahirten Höhestadium gerechnet. Aus demselben Grunde Fall Jaksch; Fall Battista befindet sich mit seiner höchsten Temperatur bereits am vierten Tage, es ist also ein vorangegangenes längeres Höhestadium, vielleicht sogar mit noch höherer Temperatur, sehr wahrscheinlich. F. Revy endlich gibt über diese Betrachtung einen gewissen Aufschluß. Nach der hier vorliegenden Curve könnte man den Fall ohne weiters trotz des dritten Krankheitstages zu denen mit einer Spitze rechnen. Nun habe ich aber den Kranken schon Tags vorher in seinem Hause besucht, die Temperatur mit meiner, durch viele Messungen sehr

geübten Hand untersucht und kann mit Bestimmtheit angeben, daß sie an 40 gewesen ist.

Wir müssen also das hier vorliegende als das Ende, und nicht als die Spitze des Höhestadiums betrachten.

Als unzweifelhafte „Spitze“ erübrigt uns somit der einzige Fall Klimesch, bei welchem die höchste Temperatur 39·6° und zwar am Abende des zweiten Krankheitstages betrug.

Anzahl der Tage des Höhestadiums.

	1	2	3	4	5	6	8
Krankheitstage und Fälle.	Maglhan 6. T. Wolf 3. T. Revy 3. T.	Wessely 3.—4. T. Battista 3.—4. T. Wimmer 2.—3. T. Müller 5.—6. T. Slama 3.—4. T. Panzier 7.—8. T. Praxl 1.—2. T.	Navratil 3.—7. T. Altenburger 4.—6. T.	Palanitz 3.—6. T. Kozurek	Jellineck 7.—11. T.	Jaksch 2.—7. T. Stockert 3.—8. T.	Gräblinger 1.—8. T.
	3	7	2	2	1	2	1

Am häufigsten dauerte also das beobachtete Höhestadium zwei Tage, bei welcher Betrachtung aber wohl auf die Krankheitstage genau Rücksicht genommen werden muß, wie weiter noch besprochen werden soll.

Die Form der Tagesschwankung ist am häufigsten die abnorme. Die größeren überwiegen die kleineren. Am häufigsten betragen sie zwischen 0·6—0·8°. Ein Gleichbleiben der Temperatur während mehrerer Messungszeiten kommt gar nicht vor, nur einmal (F. Klimesch) ein Abfallen den ganzen Tag hindurch; ein continuirliches Ansteigen während des ganzen Tages findet sich ebenfalls nicht. Es ist nicht zu bemerken, daß die Größe der Tagesschwankungen gegen das Ende des Höhestadiums auffallend zunehmen würde.

Intermissionen kommen in neun Fällen vor, zwei solche nur bei Fall Stockert und Grüblinger. Ihre Größe schwankt zwischen 1·1—1·9°. Beim Erscheinen der Intermission zeigt sich kein bestimmter Tag überwiegend über die andern. Sie tritt am häufigsten Abends ein, fällt also mit dem natürlichen Temperatursabfalle zusammen und dauert zwischen 20 und 32 Stunden. Da nur in zwei Fällen zwei Intermissionen vorkommen, läßt sich über das Zunehmen der Intermissionen gegen das Ende des Höhestadiums nichts sagen. Nur in dem Falle Stockert tritt ein Zunehmen ein. Bei dem Falle mit einer Spitze war die höchste Temperatur 39·6 und bei den Fällen mit protrahirten Höhestadien zwischen 38·8° (Palanitz) und 42° (Jellinek), im Durchschnitte zwischen 39·8 und 40·4, die niedrigste Temperatur des Höhestadiums 37·6°.

Ein höheres Ansteigen der Temperatur gegen das Ende des Höhestadiums in Form einer *perturbatio critica* kommt nur ein Paar Male vor.

Abfall.

Bei dieser Reihe von Fällen wurden fünfzehn mit raschem und vier mit allmäligem Abfalle beobachtet, während einer (Jellinek) auf der Höhe der Fiebersymptome stirbt.

a) Rascher Abfall.

Von den 15 hieher gehörigen Fällen weisen sieben ein Abfallen bis zur normalen Temperatur, sechs ein Sinken unter dieselbe und nur zwei ein solches nicht ganz bis zur Norm auf. Auch hier tritt der Abfall am häufigsten Abends mit der natürlichen Tagesschwankung und in Bezug auf den Tag nach folgender Übersicht ein:

Krankheitstag	3	4	5	6	7	8
Anzahl der Fälle	2	3	2	3	3	2

Wir haben hier fast die gleiche Anzahl von geraden und ungeraden Tagen. Bei Fall Wimmer und Slama ist während des raschen Abfalles, und zwar schon bei beträchtlicher Tiefe desselben, ein Wiederansteigen der Temperatur um 1·5° zwischen zwei Messungszeiten zu beobachten. Von diesen glaube ich in der Berechnung

Norm erreicht. Im F. Revy sehen wir ebenfalls unmittelbar von der erreichten Norm her die Temperatur, und zwar im allmäligen Anstiege, zu einer beträchtlicheren Höhe (38·5°) anwachsen. Die normale Temperatur ist wieder am achten (dem 13. Krankheits-) Tage erreicht, und ist auch hier das auftretende pleuritische Exsudat als Ursache dieser Erscheinung anzusehen.

In dem F. Stockert finden wir eine durch 14 Tage andauernde neue Fieberbewegung, wobei als höchste Temperatur 38·2° erreicht wurde, die meist abnormen Tagesschwankungen zwischen 0·2—0·8 wechselten, und erst gegen das Ende des Abfalls zu die Tagesminima unter 37·4° sinken; die Norm sehen wir erst wieder am 22. Tage der Krankheit erreicht. Die Roseola, welche sich auf der Höhe dieses Wiederanstieges zeigte, kann kaum die Ursache desselben gewesen sein, denn sie war nur von sehr geringer Bedeutung, und andere etwa in der Lunge selbst vorgehende Veränderungen ließen sich nicht nachweisen.

In dem F. Toman endlich finden wir unmittelbar von der erreichten Norm her einen Wiederanstieg der Temperatur, dessen Ende, da er sich durch eilf Tage (also bis zum 20. der Erkrankung) in völlig gleicher Weise fortsetzte, nicht abgewartet wurde; die Form der Tagesschwankung war meist die abnorme und ihre mittlere Größe betrug am häufigsten zwischen 0·4—0·6°. Die erreichte höchste Temperatur war 38·1° und dürfte die Ursache dieses continuirlichen Fiebers, da das Infiltrat an der Lungenspitze verblieb, sehr wahrscheinlich in der Ausbildung von Tuberculose zu suchen sein.

Vergleich zwischen Puls, Temperatur und Respiration.

In dem einen Falle des Anstieges sind die drei Fiebersymptome vollkommen difform.

Im Höhestadium ist die Conformität aller drei Fiebersymptome nur auf ein Paar Fälle beschränkt, ja selbst die zweier Fiebersymptome in der Minderzahl vorhanden. Am häufigsten unter diesen ist der Fall, wo die Temperatur mit dem Pulse, nächst häufig wo die Respiration mit dem Pulse und endlich, wo Respiration mit Temperatur conform ist. Natürlich handelt es sich hiebei nur um die Form, nicht um die Größe der Tagesschwankungen. Im Stadium des Abfalles gilt dasselbe; was wir über das Verhältniß der drei Fiebersymptome im Höhestadium soeben sagten; nur ist hier das Ver-

hältniß der Conformität der drei Fiebersymptome, so wie auch zwischen je zwei derselben noch ungünstiger.

Noch seltener ist das Auftreten der Conformität in den fünf Fällen des Wiederanstieges, wo die Difformität aller drei Fiebersymptome am zahlreichsten vertreten ist. Selbst zwischen je zwei derselben ist Conformität sehr selten. Einige Male finden wir dieselbe zwischen Puls und Respiration, geradezu als Seltenheit zwischen Temperatur und dem Puls einer- und der Respiration andererseits.

Die Conformität im ganzen Krankheitsverlaufe stellt sich in der größeren Anzahl der Fälle heraus. Besonders ist die Conformität zwischen Temperatur und Puls eine deutlich ausgeprägte, während die Respiration oft große Schwankungen macht.

Wenn wir untersuchen, welches von den drei Fiebersymptomen früher in Abfall geräth, so zeigt sich, daß dieses in der Mehrzahl der Fälle bei allen Dreien gleichzeitig eintritt. Nächst häufig findet der frühere Abfall des Pulses zur Norm statt, und zwar erstreckt sich das frühere Abfallen sogar bis zu 24 Stunden. Nur in zwei Fällen fiel die Temperatur früher als der Puls ab und zwar um vier Stunden. Es soll dieses Verhalten noch weiter besprochen werden.

Auch hier finden sich in einzelnen Fällen ganz auffallende Difformitäten in den drei Fiebersymptomen, jedoch nicht in so ausgezeichneter Weise wie bei den anderen Behandlungsweisen (Kozurek, Toman, Stockert).

Über das Verhältniss des Infiltrates zur Temperatur.

Während des ganzen Anstieges in dem einzigen hieher gehörigen Falle Jellinek sehen wir auch das Infiltrat in stetiger Zunahme an der einen oder andern Seite begriffen.

Wenn wir dabei die Form der Tagesschwankung berücksichtigen, so zeigt sich durchaus mit dem Ansteigen und Gleichbleiben der Temperatur ein Gleichbleiben des Infiltrates.

Auch im Höhestadium stellt sich hier wieder heraus, daß bei abnehmender Tagesschwankung das Infiltrat zunimmt, so wie wir dieses schon mehrfach besprochen haben. Nächst häufig ist der Fall, wo bei Ansteigen der Temperatur auch das Infiltrat zunimmt. Die anderen Verhältnisse sind in keiner hinreichend großen Anzahl ausgeprägt, um Schlüsse zu gestatten.

Im Abfalle nimmt in der größeren Anzahl von Fällen das Infiltrat mit der Temperatur ab. Aber sehr häufig sehen wir auch hier das bereits mehrfach erwähnte Verhältniß, daß während des Abfalls der Temperatur das Infiltrat noch zunimmt und zwar nicht bloß während des ersten, sondern auch noch während des zweiten und dritten Abfallstages.

Sehr auffallend ist dieses z. B. am achten Krankheitstage des Falles Altenburger, dem zweiten des Abfalles, wo die Temperatur bis 36·2° herabgesunken ist, das Infiltrat aber noch etwas zunimmt und jetzt erst stetig abnimmt.

Beim Vergleiche der Ausbreitung des Infiltrates mit der Höhe der Temperatur überhaupt finden wir allerdings die höchste Temperatur (42°) bei ausgebreiteter beiderseitiger Pneumonie. Eine Temperatur von 40·5° finden wir bei fast vollständiger Hepatisation der ganzen rechten Lunge, und überhaupt gleich hohe Temperaturen bei ausgebreiteter Infiltration; allein wir finden auch hier wieder ziemlich hohe Temperaturen bei Erkrankung nur eines Lappens, und bei ausgebreiteter Infiltration relativ niedere Temperaturen. So eine beiderseitige Pneumonie (Jaksch), wo am zweiten Krankheitstage nur eine Temperatur von 39·9° erreicht wird, so eine Erkrankung aller drei Lappen rechterseits (Palanitz), wo eine Temperatur von 38·7° am dritten Krankheitstage, dem ersten der Beobachtung, erreicht wird. Ähnliches im F. Revy.

Sitz der Erkrankung.

Einseitige Pneumonie.

Rechts:	Mittlerer und unterer Lappen	3
„	Alle drei Lappen	7
Links:	Oberer Lappen	1
„	Unterer „	3
„	Oberer und unterer Lappen	4

Beiderseitige Pneumonie.

Rechts alle drei, links beide Lappen	1
Rechts unterer Lappen, links beide Lappen	1

Alter.

Es vertheilten sich die Fälle, wie folgt:

Jahre	Fälle
10—15	2
15—20	5
20—25	5
25—30	1
30—35	4
45—50	2
65—70	1

Die größte Anzahl der beobachteten Kranken befindet sich nach vorstehender Tabelle im jugendlichen Alter.

Complicationen.

Neun Fälle sind mit gleichzeitiger Pleuritis complicirt. Sie gehören alle mit Ausnahme von F. Jellinek, der im Höhestadium stirbt, dem raschen Abfalle an, und weisen fast durchaus, mit Ausnahme des erwähnten Todesfalles und des Falles Müller (40·5°), relativ niedere Temperaturen auf. Im Falle Revy, Battista und Slama hängt das Wiederansteigen der Temperatur mit dem pleuritischen Exsudate zusammen.

Außerdem finden wir nur noch im Falle Stockert die Complication mit Roseola. Wir haben bereits besprochen, daß diese Nebenerscheinung allein kaum die Ursache des so beträchtlichen und durch so lange Zeit stattgefundenen Wiederanstieges der Temperatur gewesen sein kann.

Auch hier sehen wir unter der Complication: *M. Brightii* den F. Wesseli mit Tod endigen.

Tod.

Die drei Todesfälle sind von einander vollkommen verschieden. Sitz der Erkrankung: Im F. Wesseli und Palanitz alle drei Lappen rechts, Jellinek: Rechts ebenso und links beide Lappen. Der Tod tritt am 5., 7. und 11. Tage ein, und wir haben nur in einem der drei Fälle eine weitere, die Erkrankung erschwerende Complication (*M. Brightii*), da wir die Pleuritis (zweimal) nicht als solche zu betrachten haben.

Der Fall Jellinek liegt uns am genauesten vor. Es zeigt sich am Todestage ein gewaltiges Ansteigen der Temperatur und Pulsfrequenz (42°— und 166), die Respiration hatte an früheren Tagen schon höhere Werthe. Im F. Palanitz fällt die Temperatur zum Tode constant und bedeutend unter die Norm ab (35·9°), der Puls beginnt mäßig zu sinken und die Respiration steigt an. Im F. Wesseli wurde leider die Bestimmung der Puls- und Respirationsfrequenz nicht so wie die der Temperatur bis unmittelbar zum Tode fortgesetzt. Auch hier beginnt die Temperatur von mäßiger Höhe 38·8° von fünf Uhr bis halb zehn Uhr Nachts constant abzufallen bis zu 36·4°, während noch zur vorigen Messungszeit Puls- und Respirationsfrequenz bedeutend zugenommen hatten.

Therapie.

Das Chinin und zwar das leichter lösliche *Chininum bisulfuricum* wurde in Dosen zu 5 Gran meistens zwei-, in einzelnen Fällen drei- und vierstündlich verordnet. Da hier kein unmittelbarer Erfolg zu erwarten war, so wurden nur die gewöhnlichen Messungszeiten eingehalten. Wir setzten das Medicament so lange fort, bis entweder ein Herabgehen der Fiebersymptome eintrat, oder sich irgend welche Unannehmlichkeiten aus dem Gebrauche desselben zeigten.

Das Medicament wurde am häufigsten durch 2—7 Tage gegeben. Bei einigen Fällen trat eine Unterbrechung von 1—2 Tagen der Verabreichung ein. Meist wurde es sofort am Tage des Eintrittes in die Anstalt, nur bei einem Kranken erst am zweiten Tage darauf verabreicht.

Um von dem Medicamente eine möglichst sichere Wirkung zu bekommen, wurde dasselbe in großen Dosen angewandt. Die geringste an einem Tage verbrauchte Menge betrug 15, die größte 90 Gran und während des ganzen Krankheitsverlaufes zwischen 25 und 320 Gran. Durchschnittlich wurden an einem Tage verabreicht 25 bis 30 Gran und im ganzen Krankheitsverlaufe 110—120 Gran.

Wenn wir die Frage aufwerfen, ob es gelungen ist durch das Medicament sofort im Krankheitsverlaufe eine entscheidende Wendung hervorzubringen, also etwa eine weitere Ausbildung des Höhestadiums zu verhindern, eine Abkürzung oder eine Herabdrückung der Symptome desselben, eine Abkürzung des ganzen Krankheitsverlaufes, eine Verhinderung der weiteren Ausbreitung des Infiltrates, endlich

eine Beseitigung anderer schwerer Krankheitssymptome herbeizuführen, so müssen wir sie im Großen und Ganzen verneinen. Doch wollen wir die einzelnen Punkte sogleich genauer betrachten.

Wir sehen in dem einzigen Falle des Anstieges (Jellinek) 105 Gran am Morgen des siebenten Krankheitstages verabreicht, und nichts destoweniger trotz der drei Verabreichungstage die Temperatur jetzt erst in das Höhestadium eintreten und immer höhere Werthe gewinnen.

Während sich bei der indifferenten Therapie das Höhestadium vom Tage der Beobachtung an noch auf 3—4 Tage hinaus (durchschnittlich) erstreckte, sehen wir, daß es hier in der größeren Anzahl von Fällen allerdings nur zwei Tage dauerte; allein unser Beobachtungsmaterial ist viel zu gering, als daß man sich erlauben dürfte, diesen anscheinend so günstigen Erfolg auf Rechnung der Therapie zu bringen.

Es fällt dieses mit dem schon besprochenen Umstande zusammen. Denn wenn wir ein zweitägiges Höhestadium vor uns haben, und nun sehen, daß dieses den 6. und 7. Krankheitstag betrifft, so wäre es sehr gewagt, das Abfallen der Temperatur am siebenten Tage auf Rechnung der Medicamente zu bringen. Würde ich über ein größeres Krankheitsmaterial verfügt haben, so hätte ich absolut nur möglichst gleiche Fälle nebeneinander gestellt, deren Betrachtung dann zu viel bestimmteren Schlüssen berechtigen würde.

Wurden hier durchschnittlich niederere Temperaturwerthe erreicht als bei anderer Therapie? Es läßt sich nicht läugnen, daß hier im Ganzen die Temperatur etwas niedriger erscheint als bei der indifferenten Therapie. Es ist dieses jedoch kein so überwiegendes Verhältniß, daß wir uns erlauben dürften, dieses mit Sicherheit der Behandlung zuzuschreiben. Hiemit fällt folgende Betrachtung zusammen. Wir sehen in einzelnen Fällen sofort nach dem ersten Beobachtungstage die Temperatur von einer beträchtlicheren Höhe herabfallen, und sich durch einige Zeit an etwas niederer Stufe fortbewegen, so: Jaksch, Klimesch, Toman, Grüblinger; es wäre nun sehr einladend, dieses auf die sofortige Verabreichung der relativ großen Chininmenge zu bringen; hiegegen spricht aber eben z. B. im Falle Jaksch, wo wir nach dem ersten Verabreichungstage ein Herabgehen der Temperatur von 2° beobachten der Umstand,

(Palanitz, Wimmer, Navratil, Slama), da wir den Fall Grüblinger, bei welchem die Diarrhoe nach Gebrauch von *Tartarus emeticus* auftrat, nicht hieher rechnen können.

Offenbar aber wäre es vollkommen Unrecht, dieses Symptom in allen Fällen auf Rechnung der Medication zu setzen. Denn wir sehen im F. Palanitz schon am ersten und im F. Wimmer bereits am zweiten Tage die Diarrhoe auftreten und finden im F. Palanitz für dieselbe in dem durch die Nekroskopie gefundenen Darmkatarrh mit zerfallendem Neoplasma eine hinreichende Erklärung. Im Falle Navratil kommt eine geringe Diarrhoe erst am 7. Tage, nachdem am Tage vorher das Medicament ausgesetzt worden war.

Endlich im Falle Slama kommt sie am zweiten Krankheitstage nach 55 Gran, hält in mäßigem Grade an und dürfte, wenn sie nicht auf einer von früher her bestehenden Complication beruht, auf die Wirkung des Medicamentes zurückzuführen sein.

Die heftigen Delirien, welche im F. Navratil am zweiten Tage auftraten, nach Gebrauch von 25 Gran Chinin, können nicht auf Rechnung dieses Medicamentes gebracht werden.

Wir können somit mit aller Ruhe den Satz aussprechen, daß diese, und oft so beträchtlichen, Dosen Chinin dem Kranken sicherlich keinen Schaden, leider aber auch keinen Nutzen gebracht haben.

Sectionsbefunde.

Brhlik. — — Brustdrüsen prall, milchhältig, Unterleib mäßig ausgedehnt, schlaff, mit Schwangerschaftsnarben versehen.

— — Die rechte Lunge im hinteren Theile des Oberlappens lose angeheftet, mäßig mit Blut versehen, reich an feinschaumigem Serum, an den vorderen Rändern aufgedunsen. Im linken Brustraume etwa drei Pfund dickflüssigen grünen Eiters, nebst Gas. *Pleura cost.* und *visc.* mit gelben Fibrinmembranen bedeckt, über der Vorderfläche des linken Unterlappens ein bohnengroßes Stück der *Pleura visc.* fehlend, die Ränder dieses Substanzverlustes verschorft, an derselben Stelle im Lungenparenchym eine etwa haselnußgroße Grube, deren Wände von eitrig infiltrirtem Bindegewebe gebildet werden. Ein paar Linien von dieser Grube ein über erbsengroßer Eiterheerd im Lungengewebe. Die linke Lunge gegen die Wirbelsäule angedrängt, auf die Hälfte ihres Volumens reducirt, der Unterlappen dicht, vollkommen luftleer. Der Oberlappen dichter, feinschaumig

ödematös. — — — Uterus über Mannsfaust groß, schlaff, seine Innenfläche, entsprechend der Placentarinsertion verschorft, in seinen Venen flüssiges Blut; im rechten Ovarium eine über erbsengroße serumhaltige, von einem welligen Saume begrenzte, periphere Cyste: beide Tuben durchgängig.

Jellinek. — — — Beide Lungen stellenweise angeheftet, die rechte Lunge mit Ausnahme der aufgedunsenen vorderen Ränder luftleer, dicht, roth hepatisirt, während der ganze Unterlappen der linken grauroth hepatisirt ist; der Oberlappen der linken mäßig mit Blut versehen, und mit feinschaumigem Serum; die Leber schlaff, blutarm, etwas fetthältig, grauröthlich, die Acini etwas verwischt; in der Gallenblase reichliche braungrüne Galle.

Palanitz. — — Die Pleura des rechten Oberlappens mit lockeren gelben Fibrinmembranen bedeckt, glanzlos filzig. Der rechte Ober- und Mittellappen dicht, schwer, luft- und blutleer, grau hepatisirt; der Rest dieser, sowie im geringeren Grade die linke Lunge blutreich, feinschaumig ödematös. — — Im *Colon ascendens* an der Coecalklappe ein 1½ Zoll breiter, ringförmiger, nach innen mit ungleichförmigen Rändern begrenzter, mit mißfärbig zerfallender Basis, bloßliegender nach außen flachhöckeriger, aus röthlichweißer, lockerer, rahmigen Saft ergießender Aftermasse bestehender Knoten.

Wesseli. — — Beide Lungen an der Spitze angewachsen, der rechte Ober- und Mittellappen mit Ausnahme des aufgedunsenen vorderen Randes, ferner mehrere wallnußgroße Stellen im hinteren Umfange des rechten Unterlappens dicht, luftleer, granitähnlich, auf Druck stellenweise aus den Alveolen eiterähnliche Flüssigkeit ergießend; der Rest der rechten Lunge mäßig mit Blut versehen, feinschaumig ödematös; die linke Lunge im Oberlappen blutarm, feinschaumig ödematös, im Unterlappen fast völlig luftleer, gewulstet, blutreich, dichter. Im linken Pleurasack ein paar Drachmen gelben Serums. — — Beide Nieren blutarm, derb, auf der Oberfläche der Rinde, die theilweise beim Abziehen auf der Kapsel haften bleibt, vereinzelte bis haselnußgroße grubige Absumptionen.

Wenn wir nun zum Schlusse einen Blick auf unser sämmtliches Beobachtungsmaterial werfen, so sehen wir, daß sich nur die Fälle Feigel, Snaschel, Přikril, Wrana, Link, Brhlik dem allgemeinen Schema im Gange der drei Fiebersymptome nicht

[illegible] genauer, so sehen wir, daß [illegible] die größte Ähnlichkeit mit einander haben. [illegible] in beiden Fällen am 7. und 10. Tage zu [illegible] Fieberabfalle gekommen war, findet ein sofortiges [illegible] Temperatur statt, und verweilt durch mehrere [illegible] 10 Tage die Temperatur fort auf beträchtlicher [illegible] großen Tagesschwankungen. Wir sehen daß in [illegible] Fieberverlauf in Verbindung steht mit Lungen- [illegible] beide Fälle wie wichtig es ist den [illegible] Reconvalescenz weiter zu verfolgen. [illegible] Fieberverlauf, aber ohne daß es [illegible] 30 Tage fort [illegible] gewöhnlichen [illegible] Lungen und Pleura [illegible]

[illegible] Temperatur auf [illegible]

[illegible] großen Schwan- [illegible] Erscheinungen [illegible] Haemoptoe [illegible] Haemoptoe [illegible] Haemoptoe [illegible] Tage [illegible] großen Temperaturschwankungen [illegible] gleichmäßig, durch [illegible] bedeutender Differenzen in der [illegible] (7.5°). Es muß also ein solcher Fieberverlauf, namentlich mit so großen Tagesschwankungen gleich von vorne herein auf die Möglichkeit der acuten Tuberculose zur Differentiale der croupösen Pneumonie aufmerksam machen.

Endlich sehen wir im Falle Brhlik ebenfalls sehr bedeutende Tagesschwankungen, jedoch schon nicht mehr mit dieser Regelmäßigkeit, eintreten. Und wenn wir auch in so vielen Fällen von Pneumonie bedeutende Intermissionen gesehen haben, daß wir uns dadurch bewogen fanden, eine eigene Gruppe von Fällen (solche mit Intermissionen) aufzustellen, so ist doch der F. Brhlik von diesen so auffallend verschieden, daß man sich sofort bemühen müßte, nach der Ursache dieser Abnormität zu forschen.

Diese sämmtlichen so eben besprochenen Fälle sind somit in ausgezeichneter Weise geeignet den Werth der Temperaturbestimmung für die Differentialdiagnose klar zu machen.

Zum Schlusse wollen wir noch folgende Übersichtstabelle über die wichtigsten Zahlenverhältnisse geben.

Nach dem Krankheitsstadium kamen die Fälle folgendermaßen in Beobachtung:

Therapie	Im Anstiege	Im Höhestadium	Im Abfall	Summe
Indifferente	15	42	20	77
Digitalis.....	1	16	6	23
Tinct. Veratri.....	1	16	3	20
Tart. emeticus.....	0	19	1	20
Chin. bisulf.....	1	18	1	20

Für den Anstieg ergibt sich wegen der geringen Zahl der Fälle keine Übersichtstabelle.

Für die Dauer, Größe und Art der Tagesschwankung im Höhestadium ergibt sich folgende Übersicht.

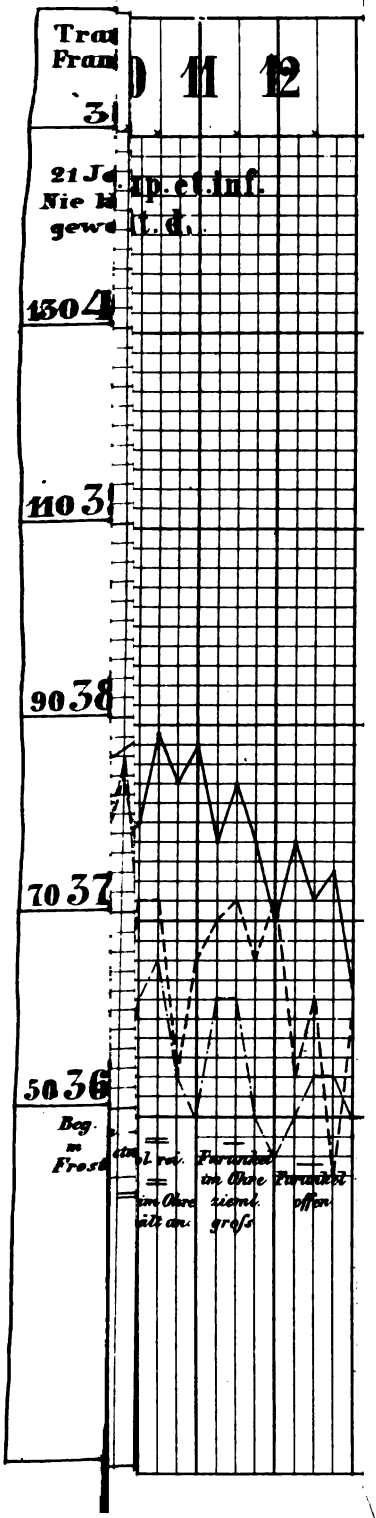
Therapie	Fälle mit „Spitze“	Dauer des beobachteten Höhestadiums	Häufigste Form der Tages-schwankung	Größe der Tages-schwankungen
Indifferente	15	3—4 T.	normal	0·5—·09°
Digitalis.....	6	3 „	normal	—
Tinct. Veratr.....	1	2 „	abnorm	die höheren
Tart. emeticus	3	2 „	—	die höheren
Chin. bisulf.	1	2 „	abnorm	0·6—0·8°

Zur Erklärung der Tafeln.

Wegen des Kostenpunktes und großen Zeitaufwandes wurde auch hier die Zeichnung der Curven in Farben aufgegeben und die Temperatur „schwarz ausgezogen", der Puls „strichlirt" und die Respiration „strichpunktirt" auf den Tafeln verzeichnet. Ebenso haben wir hier aus demselben Grunde nicht alle in Beobachtung gekommenen Fälle, sondern nur die wichtigsten gezeichnet. Es geben die Ziffern oben die Tage an. Der Beginn der Erkrankung ist mit dem Sternchen bezeichnet; unmittelbar unter dem Namen des betreffenden Kranken befindet sich das klinische Protokolls-Nr. und in Kürze die Anamnese; nun folgt die Gradeintheilung, links davon die Puls- und rechts die Respirationsfrequenz.

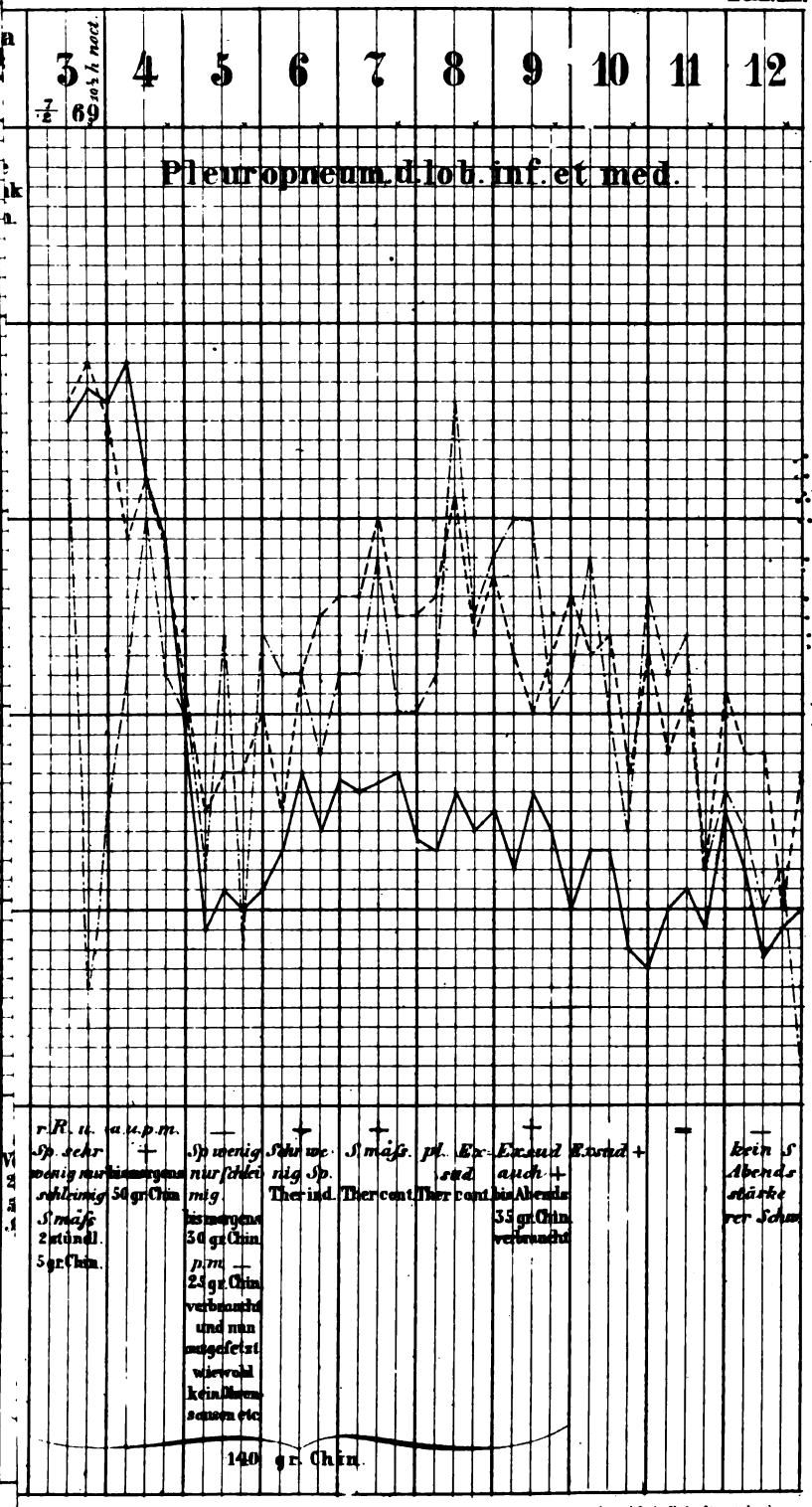
In Bezug der Text-Angaben bedeutet + Zunahme, = Gleichbleiben, — Abnahme des Infiltrates.

V = vorne.
R = rückwärts.
r = rechts.
l = links.
s = seitlich.
o = oben.
u = unten.
m = Mitte.
Hu = Husten.
Sp = Sputum.
S = Schmerz.
Sch = Schweiß.
Cy = Cyanose.
Ther = Therapia.
ind = indifferens.
cont = continuatur.
a.m. = ante meridiem.
p.m. = post meridiem.
Dy = Dyspnoe.
ra = Rasseln.
K = Kälte.
W = Wärme.
pl. rei. = pleurales Reiben.
br. a. = bronchiales Athmen.
Del = Delirium.
Beg = Beginn.
m = mit.
Fr. = Frost.


Tra
Fran
3
0
11
12
21 J
Nie
gew
p. et. inf.
t. d.
130 4
110 3
90 38
70 37
50 36
Beg.
in
Frost
Furunkel
im Ohre
ziemi.
groſs
Furunkel
offen
im Ohre
ält an.

limesch
Wenzel
148

3 Jahre
ernsthaft
krank
gewesen.



Beg. m. u. Husten.

Sitz

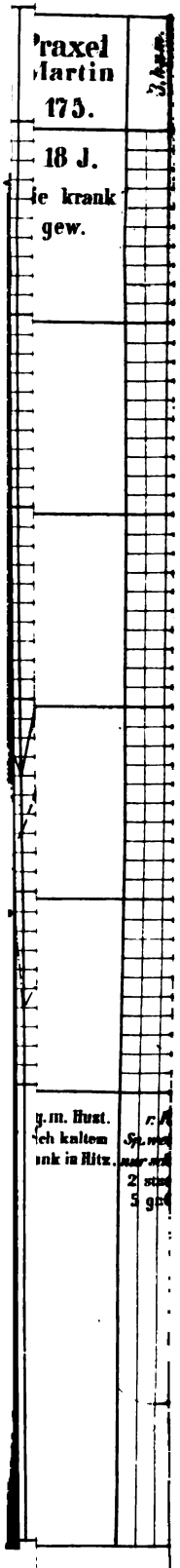
Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Taf IV.

Altenburger Albert 7	5 (3 h. p. m.) 14/16 68	13	Nawratil Josef	3 (11 h. n.) 29/1 69	4	5	6	7	8
19 Jahre nie krank gewesen.	Pl.		19 Jahre nie krank gewesen.	Pneum. d. lob. sup. met. inf.					
Beg. m. Frost.	l. seitl. u. R. kein Sp. Von 6 h. p. m. an 5 gr. Chin. Nachts +	= l. seitl. pl. rei.	Beg. m. Frost.	r. R. u. Sp. wenig Spur croc. v. 8 h. p. m. bis 12 h. n. 20 gr. Chin.	= heftige Delir. bis 12 h. n. 35 gr. Chin. u. 1/2 gr. morph. subcut. injic. worauf ruhiger p. m. +	bedeutd. + Sp. reichl. stark croc. von 12 h. m. bis 12 h. n. 25 gr. Chin.	— Sp. wenig nur Spur blutig bis 9 h. v. m. 20 gr. Chin.	— Sp. — nicht blutig Ther. indif. 3 mal Diarrh.	Wohlbef.

100 gr. Chin

Digitized by Google


raxel
lartin
175.
18 J.
ie krank
gew.
g. m. Hust.
ch kaltem
nk in Hitz.

Beiträge zur Theorie der elektrischen Nervenreizung.

(Aus dem physiologischen Institute des Herrn Geh. Rathes Prof. Helmholtz in Heidelberg.)

Von Dr. **Julius König.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Juli 1870.)

Das Grundgesetz der elektrischen Nervenreizung, wie es von Du-Bois-Reymond in seinen „Untersuchungen über thierische Elektricität“ (Bd. I. S. 258) ausgesprochen wurde, daß „nicht der absolute Werth der Stromdichtigkeit in jedem Augenblicke, sondern die Veränderung dieses Werthes von einem Augenblick zum andern“ als Maß der Reizung anzusehen sei, scheint nicht immer unmittelbar durch das Experiment bestätigt zu werden. Insbesondere ist dies bei elektrischen Strömen der Fall, die wegen geringer Intensität oder kurzer Dauer eine nur schwache Erregung des Nervmuskelpräparates bewirken. Die Frage, ob die Zeit, welche die Molecüle des Nerven zu der durch den elektrischen Strom bewirkten Umlagerung brauchen, noch innerhalb der Beobachtung zugänglichen Grenzen liegt, ist durch eine große Reihe von Versuchen bejahend entschieden worden. Die hierhergehörigen Thatsachen forderten eine weitere Formulirung jenes Grundgesetzes, die von Brücke[1]) in der Weise gegeben wurde, daß er an die Stelle der Stromstärke den sogenannten „Abstand des Nerven in seinem jeweiligen Zustande vom Normalzustande“ setzte, eine Größe, die mit der früheren wohl im engsten Zusammenhange steht, aber eine Berücksichtigung der zeitlichen Verhältnisse erlaubt.

Andererseits war es durch die Untersuchungen von Pflüger dargethan, daß der als Reiz wirkende Strom zugleich entgegengesetzte Modificationen der Leitungsfähigkeit und Erregbarkeit hervor-

[1]) Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss. in Wien. Oct. 1868.

rief; gestützt auf diesen Satz schloß Bezold[1]) aus seinen Versuchen „daß im Augenblick der Schließung schwacher Ströme im Nerven die Erregung nicht sofort eintritt, sondern eine bestimmte, von der Stärke dieser Ströme abhängige Zeit verfließt, innerhalb deren der Nerv für die Erregung vorbereitet wird, indem die vom Strome durchflossene Nervenstrecke in einen Zustand erhöhter Erregbarkeit versetzt wird, vermöge deren sie nun fähig wird auf den in constanter Stärke fliessenden Strom mit dem Molecularvorgang der Erregung zu antworten". Ein Satz, der, wie man sieht, für schwache Ströme gerade das Gegentheil des Du-Bois'schen Gesetzes behauptet.

Fick[2]) endlich gelangte durch Anwendung kurzdauernder Ströme und das dabei beobachtete Auftreten der „übermaximalen" Zuckung, zu dem merkwürdigen Satze, daß „wenn ein elektrischer Strom den Nerven durchfließt, in demselben eine gewisse Zeit nach dem Hereinbrechen des Stromes plötzlich ein neuer Vorgang beginnt".

Die hier mitzutheilenden Untersuchungen — auf Veranlassung und unter Leitung des Herrn Geh. Rathes Prof. Helmholtz ausgeführt — streben eine Beantwortung der angedeuteten Frage für jenen Fall an, bei welchem die Erscheinungen ohne weitere störende Umstände klar hervortreten. Es ist dies die Schließungszuckung des absteigenden Stromes. Die Erregung entsteht an der untern Elektrode und hat daher nur eine nicht weiter modificirte Nervenstrecke zu durchlaufen, während natürlicher Weise von einer Beobachtung des Einflusses der Stromesdauer nur bei der Schließungszuckung die Rede sein kann, die außerdem nach den Versuchen von Fick, die sich mit gleichem Erfolge wiederholte, das Maximum der Zuckung bei einer Stromesstärke gibt, die noch keine Spur einer Öffnungszuckung zeigt.

Ich beginne mit jenen Versuchen, die zur Bestimmung der Abhängigkeit der in bekannter Weise durch die Hubhöhe des Muskels gemessenen Erregungsgröße von der Dauer des den Nerven (absteigend) durchfließenden Stromes angestellt waren.

Der Apparat, der dazu diente, den Strom zu schließen, und ihn eine bestimmte sehr kurze Zeit darauf wieder zu öffnen, war nach

---

[1]) Bezold, Unters. über d. elektr. Erregung der Nerven und Muskeln. 1861. p. 279.

[2]) Fick, Unters. über elektr. Nervenreizung. 1864. p. 39.

Angabe des Herrn Geh. Rathes Helmholtz folgendermaßen construirt: Ein Elektromagnet hält einen Fallhammer, von dem aus zwei für den Versuch sorgsam zu amalgamirende Kupferspitzen ausgehen. Unter diesen befinden sich zwei Quecksilbernäpfchen, die so weit mit Quecksilber gefüllt wurden, daß die Distanz zwischen dessen Oberfläche und den Spitzen $1\frac{1}{2}$ Mm. betrug. Die diesbezügliche Regulirung der Oberfläche des Quecksilbers ließ sich durch die sogleich zu beschreibende Schraube leicht und sicher ausführen. Der Kopf des Fallhammers trägt noch einen Vorsprung, an dessen Ende sich eine durch eine Gegenschraube genau zu fixirende Schraube befindet. Die Höhe der einzelnen Schraubengänge beträgt $\frac{1}{2}$ Mm. Dieselben trugen außerdem Theilungen, an denen noch Bruchtheile einer Umdrehung abgelesen werden können. Unter dieser Schraube endet mit einer isolirenden Schicht ein Messingbälkchen, das durch Federkraft in metallischem Contact mit dem Theile des Apparats erhalten wird, von dem der Strom dann weiter geleitet werden soll. Der Strom tritt durch das eine Quecksilbernäpfchen in den Apparat, das zweite ist in leitender Verbindung mit dem kleinen Metallhebel. Wird nun der Strom des Elektromagneten geöffnet, so wird der Strom im Apparate durch das Einfallen der beiden amalgamirten Kupferspitzen in das Quecksilber geschlossen, und eine bestimmte Zeit darauf, durch das Aufschlagen der Schraube auf den Messinghebel wieder geöffnet. Die Zeit, während welcher der Stromschluß stattgefunden, läßt sich mit größter Leichtigkeit berechnen. Man mißt die Zahl der Schraubengänge, die gebraucht wird, um die Schraube aus der Stellung, die sie während des Versuches inne hatte, gerade zur Berührung mit dem isolirten Ende des Hebelchens zu bringen. Man kennt so die Höhe, durch welche der Hammer gefallen, bis die Öffnung des Stromes geschah, man weiß ferner, daß der Moment der Schließung dem Falle durch eine Höhe von $1\frac{1}{2}$ Mm. entsprach, aus welchen Daten die Stromesdauer sich unmittelbar bestimmen läßt. Der Vorzug dieser Methode besteht hauptsächlich darin, daß sich das Anwachsen der Stromesdauer in sehr kleinen Intervallen bewerkstelligen läßt. Eine Reihe von vergleichenden Beobachtungen, in denen ein Strom durch den Apparat geschlossen wurde, die Stromesdauer aber zugleich nach der Pouillet'schen Methode berechnet wurde, diente endlich als Controle für den Apparat, und zwar in vollkommen befriedigender Weise.

Die Versuche wurden, wie folgt, angeordnet. In den Stromkreis der Kette wurde ein 1½ Mm. langer Eisendrath eingeschaltet, von dem die für den Nerven besimmte Nebenschließung ausging. Das eine Ende derselben war auf dem Eisendrathe verschiebbar angebracht, so daß die Länge des eingeschalteten Drathstücks als Maß für die Intensität in der Nebenleitung diente [1]). Diese ging noch durch den Fallapparat und dann zum Präparate, das in gewöhnlicher Weise am Myographion angebracht war.

Es wurde nun jene Stromesstärke gesucht, bei welcher das Maximum der Schließungszuckung eintrat, und bei einer etwas grösseren sodann eine Reihe von ungefähr 40 Zuckungen aufgeschrieben, die sich auf eine Stromesdauer von 0·001 bis 0·018 Secunden erstrecken. Die folgende Tabelle gibt eine solche Reihe (die Hubhöhen des Muskels sind mittels Mikrometer gemessen und in Linien angegeben:)

Dauer der Schließ.	Hubhöhe	Dauer der Schließ.	Hubhöhe
0·001 Sek.	—	0·01 Sek.	1·75‴
0·002	1·2‴	0·011	1·8
0·003	1·4	0·012	1·85
0·004	1·5	0·013	1·95
0·005	1·6	0·014	2·0
0·006	1·6	0·015	2·0
0·007	1·65	0·016	2·1
0·008	1·7	0·017	2·1
0·009	1·7	0·018	2·1
		dauernde Schließung	2·1.

Nirgends war in der Curve eine Unstetigkeit zu sehen. In allen Versuchen, von denen später noch einige folgen, war ein ähnliches Verhalten zu beobachten. Rasches Ansteigen der Hubhöhe bis zu einer Stromesdauer von 0·003—4 Secunden, und ein verhältnißmäßig viel langsameres hierauf folgend, bis zwischen 0·015 und 0·018 die Curve für die Beobachtung mit ihrer Asymptote, die die Wurfhöhe bei dauernder Schließung darstellt, verschmilzt.

---

[1]) Da auch anderweitige große Widerstände im Stromkreise eingeschaltet waren.

Das Resultat, welches Fick[1]) erhielt, ist ein ganz anderes: „Das Wachsen der Zuckung mit wachsender Dauer eines den Nerven absteigend durchfließenden Stroms geschieht nicht in einem stetigen Zug, sondern absatzweise, so daß endlichen Reihen von Werthen der Stromesdauer eine und dieselbe Zuckungshöhe entspricht". Es ist dies ein Fall der von Fick beobachteten „übermaximalen" Zuckung. Wie Lamansky[2]) nachgewiesen, sind diese, wo Öffnungszuckung vorkömmt, also bei den höhern Stufen des Zuckungsgesetzes entsprechenden Stromstärken und bei Inductionsschlägen nichts anderes als durch Summation entstehende Doppelerregungen. Es liegt nahe, hier ähnliches zu vermuthen. Und man ist wirklich im Stande die von Fick beobachtete Erscheinung nach Belieben hervorzurufen. Wurden die Kupferspitzen des Fallapparates nicht amalgamirt, so trat dieselbe augenblicklich ein. Die Sprünge in den Ordinaten entsprachen Intervallen von ungefähr 0·006—7 Secunden, und hatten ihren Ursprung in den Erschütterungen des Quecksilbers, das von den Kupferspitzen, wenn sie nicht amalgamirt waren, abgeschleudert, nach jener Zeit zum zweiten Male den Strom schloß. Es muß daher angenommen werden, daß bei dem von Fick angewendeten Apparate, der den Schluß durch eine Spitze bewerkstelligte, die federnd, über ein Metallplättchen von variabler Breite streifte, der Contact kein continuirlicher war und durch Summation wiederholter, rasch einander folgender Zuckungen jene scheinbaren Unstetigkeiten erzeugt wurden.

Zur weiteren Untersuchung schien es nun nothwendig, den zeitlichen Verlauf des reizenden Stromes genau zu kennen und beliebig ändern zu können. Das Mittel hiezu bot sich in den Untersuchungen von Helmholtz[3]) über den zeitlichen Verlauf des galvanischen Stroms in einem Stromkreise unter dem Einfluß der Extraströme, die in einer letzterem eingeschalteten Spirale entstehen. Ist W der Widerstand des gesammten Stromkreises, P das Potential der Spirale auf sich selbst, E die elektromotorische Kraft, t endlich die Zeit

---

[1]) Fick, a. a. O. p. 31.

[2]) Lamansky, Studien des phys. Inst. zu Breslau, 4. Heft, Centralbl. f. d. med. Wiss. Jahrg. 1868 und 1869.

[3]) Poggendorff's Annalen Bd. 83.

seit der Schließung, so hat man für die Intensität in jedem Zeitaugenblick

$$J = \frac{E}{W}\left(1 - e^{-\frac{W}{P}t}\right).$$

Die Versuchsanordnung war nun im Ganzen dieselbe wie früher. Nur war im Stromkreise die Spirale und außerdem ein Rheochord behufs Regulirung des Widerstandes angebracht. Ferner diente eine Wippe dazu, den Fallapparat beliebig in den Hauptkreis oder in die Nebenschließung einzuschalten. War letzteres der Fall, so hatte sich der Strom vollständig entwickelt, und setzte, wenn der Hammer des Fallapparates ausgelöst wurde, momentan mit seiner vollen Stärke ein. Befand sich dieser aber in der Hauptschließung, so wurde der Strom überhaupt erst durch den Fall des Hammers geschlossen und nahm seinen zeitlichen Verlauf nach der oben angegebenen Formel. Durch eine passende Wahl der Spiralen konnte daher die Größe der Erregung verglichen werden für jene Fälle, wo der Strom augenblicklich seine volle Intensität erhält, oder sich dieser, mehr weniger steil ansteigend asymptotisch nähert.

In den folgenden Versuchsreihen enthält die Columne I die Hubhöhen für den ersten, die Columne II für den zweiten der obgenannten Fälle.

Zur Bestimmung der Constante $\frac{W}{P}$ wurde der Ausschlag einer Magnetnadel beobachtet. Für die angewandten Stromstöße ist die Gesammtintensität des Stroms, d. i. das Integral

$$\int_0^t (1 - e^{-nt})\,dt$$

wo

$$n = \frac{W}{P},$$

dem Sinus des halben Ausschlags proportional. Aus einer Reihe von Beobachtungen für verschiedene Zeiten ließ sich der Werth der Constante für einen bestimmten und hieraus für jeden Widerstand des Stromkreises berechnen.

So war für eine der angewandten Spiralen, wenn der Gesammtwiderstand des Stromkreises $2 \cdot 2^m$ war.

$$\frac{W}{P} = 152.$$

Setzt man die volle Intensität des Stromes gleich 1, so ist der zeitliche Verlauf des Stromes folgender:

t	$1-e^{-\frac{w}{r}t}$	t	$1-e^{-\frac{w}{r}t}$
0·001	0·141	0·006	0·598
0·002	0·262	0·007	0·655
0·003	0·306	0·008	0·704
0·004	6·456	0·009	0·745
0·005	0·532	0·010	0·801.

Die mit dieser Spirale angestellte Versuchsreihe ergab folgende Zahlen:

t	I. (Zehntel Linien)	II. (Zehntel Linien)
0·001	—	—
0·002	5	—
0·003	8	—
0·004	8·5	—
0·005	8·5	—
0·006	9	—
0·007	9	—
0·008	10·5	—
0·009	12	—
0·010	12	—
0·011	12·5	4
0·012	12·5	5
0·013	12·5	6·5
0·014	13	7
0·015	15	8
0·016	18	11
0·017	19	12
0·018	20	13
0·019	20	13
dauernde Schließung	20	13.

Für eine zweite Spirale und eine zweite Versuchsreihe war

$$W = 1 \cdot 8^{\omega}$$

$$\frac{W}{P} = 132$$

und hienach der Verlauf des Stromes:

t	$1-e^{-\frac{W}{P}t}$	t	$1-e^{-\frac{W}{P}t}$
0·001	0·124	0·007	0·604
0·002	0·232	0·008	0·652
0·003	0·327	0·009	0·695
0·004	0·410	0·010	0·733
0·005	0·483	0·101	0·766
0·006	0·547	0·012	0·800 usf.

Die zugehörige Versuchsreihe ist folgende:

t	I.	II.
0·001	—	—
0·002	16	—
0·003	18·5	—
0·004	19·5	—
0·005	20	—
0·006	21	—
0·007	21·5	—
0·008	22	—
0·009	22·5	—
0·010	22·5	—
0·011	23	—
0·012	23	7
0·013	24	8
0·014	24·5	9
0·015	25	16
0·016	26	18
0·017	27	19
0·018	28	19
0·019	28	19
dauernde Schließung	28	19.

Diese Versuche zeigen, daß auch für schwache Ströme und kurze Schließungszeiten die Erregung vor allem abhängt von der

Dichtigkeitsschwankung des elektrischen Stromes von einem Augenblick zum andern, daß das Du-Bois'sche Gesetz auch für diese besteht. Sie widerlegen zugleich die von Bezold, aufgestellte Theorie. Um den Nerv in den elektrotonischen Zustand zu versetzen, in welchem seine Erregbarkeit größer geworden, ist es ganz gleichgültig ob der Strom während jenes Zeitraums von ungefähr 0·1 Secunden in der einen oder andern Weise angestiegen. Der in gleicher Stärke fließende Strom müßte in dem einen wie in dem andern Falle die gleiche Erregung geben. Daß dieses keineswegs der Fall, zeigen die angeführten Zahlen, und läßt sich auch durch ein weniger complicirtes Experiment ohne Fallapparat und Myographion zeigen. Man sucht jene Stromstärke, die bei dauernder Schließung im Nebenstrome deutliche Zuckung gibt. Will man dann durch dauernde Schließung im Hauptstrome Zuckung erhalten, so muß man zu stärkeren Strömen übergehen. Zum Beispiel mögen folgende Zahlen dienen, die die für die Nebenschließung eingeschalteten Drathlängen angeben.

1. Schließung im Hauptstrome	75	Cm.
„ „ Nebenstrome	30	„
2. Schließung im Hauptstrome	82	„
„ „ Nebenstrome	45	„

Bezold gründete jene Hypothese auf Versuche, in denen er die Zeiten verglich, die zwischen Reizung und Zuckung verstrich, wenn er den Nerv einmal durch schwache constante Ströme, das andere Mal durch Öffnungsinductionsschläge reizte. Er fand dieselbe verschieden und schloß daraus, daß in jenem Falle Schluß des Stromes und Nervenerregung zeitlich auseinander fallen. Diese Beobachtungen erklären sich aber auch ganz gut aus der Thatsache, daß der stärkere Reiz sich schneller im Nerven fortpflanzt, als der schwächere. Die von Bezold beobachteten Zeitdifferenzen betragen im Durchschnitt zwei Tausendtheile einer Secunde. Das gewonnene Resultat wäre hienach folgendes:

Der elektrische Strom muß, um die der Erregung entsprechende Molecularveränderung der Nervensubstanz hervorzurufen, eine gewisse Zeit hindurch wirken. Dieselbe beträgt ungefähr 0·0015 Secunden. Auch dann erfolgt die Erregung nicht momentan, sondern nimmt einen zeitlichen Verlauf mit abnehmender Intensität. Diese ist vor Allem abhängig von der Form der Curve, in welcher der Strom

zu seiner vollen Stärke ansteigt. Ist diese $i = f(t)$ so ist das Maß der Dichtigkeitsschwankung der Differentialquotient $\frac{di}{dt}$; dieser allein kann aber der Erregung nicht proportional gesetzt werden. Er muß hiezu noch mit einem Factor $F(t)$ multiplicirt werden, der für sehr kleine t einen endlichen Werth hat, sich aber mit wachsenden t rasch der Null nähert. Dann wäre die Erregungsgröße gegeben in dem Ausdruck

$$E = \int_0^t F(t) \frac{di}{dt} dt.$$

Auf die Form der Function F mag wohl auch der Umstand Einfluß haben, daß in den späteren Stadien des Vorganges der Strom zugleich die Erregbarkeit eines Theils der zu durchlaufenden Nervenstrecke vergrößert hat, doch zeigen die angeführten Versuche, daß dieser Einfluß, wenn überhaupt vorhanden, doch nur ein sehr geringer sein kann.

Von der Zeit angefangen, in welcher der Strom überhaupt zu wirken beginnt, wächst nun die Größe der Zuckung mit der Dauer des Stromes, und zwar zuerst ziemlich rasch, dann immer langsamer, bis endlich zwischen 0·017 und 0·018 Secunden das Resultat das durch dauernde Schließung erreichbare geworden ist.

Ich will zum Schluß noch eine Thatsache anführen, die für die mitgetheilte Auffassung spricht. In der Temperaturerniedrigung des Nerven besitzt man ein Mittel, die Veränderung der Molecularlagerung beliebig zu verlangsamen. War der Nerv auf 0° abgekühlt, so mußte der Strom, um überhaupt zu wirken, fast zwei Hunderttheile einer Secunde geschlossen bleiben. War dem Nerven auf diese Weise die Empfindlichkeit geraubt, mit der er früher die feinen Unterschiede im Anschwellen des Stromes angab, so waren auch jene Unterschiede verschwunden, die bei gewöhnlicher Temperatur sich in der Größe der Erregung gezeigt hatten.

Es sei mir noch gestattet, Herrn Geh. Rath Helmholtz für die freundliche Theilnahme und Unterstützung, die mir im Verlaufe der Arbeit in so reichlichem Maße zu Theil wurde, meinen innigsten Dank auszusprechen.

Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck.

8. Über einige Umwandlungen des Phenols.

Von L. Barth.

Im Verlaufe einiger Untersuchungen über das Phenol schien es mir von Interesse, die Beständigkeit desselben gegen schmelzendes Kali zu untersuchen. Ich bin dabei zu dem bemerkenswerthen Resultate gelangt, daß das Phenol durch dieses Reagens verhältnißmäßig nicht schwer angegriffen wird und dabei Producte erhalten werden, deren Entstehung sich nicht unschwer erklären läßt, die sich aber durch Reactionen bilden, welche bis jetzt keine häufigen Analogien aufzuweisen haben. Erhitzt man krystallisirtes Phenol mit überschüssigem Kali bis zum Schmelzen, so beobachtet man nach kurzer Zeit eine ziemlich lebhafte Reaction, die Masse fängt an zu schäumen und es entwickelt sich reichlich Wasserstoff; dabei wird die Masse anfangs gelblich und nach und nach gelbbräunlich.

Wenn sie die Consistenz eines dicken Sýrups angenommen hat und in Folge dessen an den Rändern Gefahr läuft zu verkohlen, wird das Feuer entfernt, Wasser zugesetzt und die wässrige Lösung nach dem Ansäuern mit Äther ausgezogen. Die ätherische, braungefärbte Lösung (*b*) wird nun mit wässrigem, kohlensauren Ammon mehrmals durchgeschüttelt und durch den Scheidetrichter von der ammoniakalischen Flüssigkeit (*a*) getrennt. Auch die letztere ist bräunlich gefärbt. Sie wird mit Schwefelsäure angesäuert und mit Äther extrahirt. Beide Ätherauszüge werden destillirt. Nach Entfernung des Lösungsmittels erhält man aus *a* noch braungefärbte Krystalle, die in Wasser gelöst, und von geringen Mengen brauner Schmiere filtrirt werden. Man kocht die Lösung kurze Zeit mit Thierkohle und verdampft im Vacuum über Schwefelsäure. Es scheidet sich

eine noch bräunlich gefärbte Krystallmasse aus, die nochmals in Wasser gelöst und zur Entfernung einiger verunreinigenden Bestandtheile mit Bleizucker versetzt wurde. Der entstehende, schmutzig graue Niederschlag wurde abfiltrirt[1]) und das Filtrat nach dem Entbleien eingeengt.

Bald schieden sich farblose Krystalle aus, feine verwachsene Nädelchen, die sauer reagirten, eine prachtvoll violette Farbenreaction mit Eisenchlorid gaben, unter dem Mikroskope die Formen der Salicylsäure zeigten, kein Krystallwasser enthielten und bei der Verbrennung folgende Zahlen lieferten:

	Gefunden	$C_7H_6O_3$
C	60·8	60·9
H	4·5	4·3.

Der Körper war also unzweifelhaft Salicylsäure, nur der Schmelzpunkt desselben lag etwas tiefer, als der der reinen Säure, nämlich bei 150°. Es gelang nicht durch wiederholtes Umkrystallisiren denselben zu erhöhen und es muß also eine, wenn auch äußerst geringe, durch die Analyse nicht mehr nachweisbare Verunreinigung dieses Herabdrücken des Schmelzpunktes hervorrufen. Wurde die Säure aber sublimirt, so erhielt man sie in den langen für Salicylsäure charakteristischen Nadeln, deren Schmelzpunkt nun bei 155° lag.

Die Mutterlaugen, aus denen die erste Krystallisation der Salicylsäure entfernt war, gaben beim weiteren Concentriren noch erhebliche Mengen dieser Verbindung, jedoch in weniger reinem Zustande. Die letzten Mutterlaugen lieferten eine schon mit freiem Auge wahrnehmbare, gemischte Krystallisation, dünne Nadeln und mikroskopische Blättchen. Mehrmaliges Umkrystallisiren führt nicht zum gewünschten Ziele der Trennung beider Körper; kocht man aber anhaltend mit Wasser, so verflüchtigt sich die Salicylsäure vollständig, die zurückbleibende Lösung färbt sich durch Eisenchlorid nicht mehr violett und liefert beim Concentriren Krystalle vom Habitus der Oxybenzoësäure, süßem Geschmack und bei 197° schmelzend.

---

[1]) Der Bleiniederschlag mit Wasser zersetzt, lieferte nur wenig einer amorphen bräunlichen Masse, von deren Analyse man absehen mußte.

Auch hier mußte eine Spur von Verunreinigung den Schmelzpunkt um ein geringes herabdrücken.

Die Menge der gebildeten Oxybenzoësäure ist beträchtlich geringer als die der Salicylsäure. Im Ganzen erhält man kaum ein Procent vom Gewichte des zersetzten Phenols an Säuren.

Paraoxybenzoësäure, deren Bildung ebenfalls unter diesen Umständen möglich gewesen wäre, konnte ich nicht nachweisen.

Die ätherische Lösung (*b*) der ursprünglichen Schmelze, welcher durch kohlensaures Ammon die Säuren entzogen waren, wird durch Destillation vom Äther befreit. Es bleibt ein dickliches Öl zurück, das getrocknet und dann für sich destillirt wird. Die bis zu 200° übergehenden Partien werden für sich gesammelt.

Sie sind fast reines Phenol, das beim nochmaligen Rectificiren sofort in der Vorlage erstarrt und beinahe bis zum letzten Tropfen bei 183°—184° übergeht.

Schmelzpunkt und Elementaranalyse ließen darüber keinen Zweifel. Die Menge desselben betrug bei verschiedenen Darstellungen stets etwas mehr, als die Hälfte des ursprünglich angewandten Phenols.

Von 200° an steigt das Thermometer constant, es geht noch etwas Phenol über, gemischt mit einem höher siedenden Körper. Bei etwa 300° geht fast nichts mehr über, das Thermometer steigt rasch bis etwa 340° und von da an destillirt ein gelbes Öl, das nach dem Auskühlen in der Vorlage äußerst zähe, fadenziehend wird.

Von diesem Körper erhält man ungefähr 12—15 Pct. des angewandten Phenols. Man entfernt endlich das Thermometer. Die letzten Antheile des Destillats färben sich dunkler, offenbar durch bereits entstehende Zersetzungsproducte, am Schlusse der Destillation tritt noch Wasser auf. In der Retorte bleibt eine poröse Kohle. Die braungefärbten letzten Antheile des Destillats betragen circa 4 bis 5 Pct. des verwendeten Phenols.

Die mittlere Partie, als die reinere, wurde nun für sich mit Sodalösung behandelt, worin sie sich nicht allzu leicht löst und neuerdings mit Äther ausgeschüttelt. Der Äther nimmt aus der alkalischen Lösung die Hauptmasse des Körpers auf[1]).

[1]) Das von Äther nicht gelöste geht dann aus saurer Lösung in Äther über, ist ebenfalls ein zähflüssiges Öl, aber in zu geringer Quantität erhalten, als daß eine nähere Untersuchung desselben möglich gewesen wäre.

Nach dem Verdampfen des Lösungsmittels wird das Öl destillirt. Es ging fast vollständig zwischen 340° und 350° über, war gelblich gefärbt und wurde nach dem Auskühlen wieder zähe. Öfteres Destilliren ist zu vermeiden, da immer ein kleiner Theil sich zersetzt [1]).

Der Körper besitzt einen schwach aromatischen an Phenol erinnernden Geruch, löst sich etwas in Wasser, die wässrige Lösung färbt sich mit Eisenchlorid, wie das Phenol.

Es löst sich auch in Kali, in Alkohol und Äther, schwieriger in Ammon. Die wässrige und ammoniakalische Lösung geben mit Bleizucker einen flockigen Niederschlag.

Salpetersäure, auch verdünnte greift ihn in der Wärme ziemlich energisch an, es scheidet sich ein braunes Harz aus, das bei längerer Einwirkung verschwindet. Wasser fällt aus der gelben Lösung amorphe gelbe Flocken eines Nitroproductes.

Mit Brom in wässriger Lösung behandelt, entsteht keine Trübung.

Die Analysen des Körpers von verschiedener Bereitung ergaben:

	I	II
C	77·4	77·2
H	5·5	5·7.

Daraus berechnet sich am nächsten die Formel:

$$C_{12}H_{10}O_2,$$

welche verlangt

C	77·4
H	5·4

und der Körper wäre demnach als ein Diphenol anzusprechen, freilich mit anderen Eigenschaften begabt, als der isomere Diphenylalkohol den Gries durch Behandlung von salpetersaurem Tetrazodiphenyl mit Wasser erhielt.

---

[1]) Nach mehrwöchentlichem Stehen zeigten sich in dieser zähen Masse Krystallansätze, die von der Oberfläche ausgehend, sich gegen die Mitte verbreiteten. Es ist wohl möglich, daß der Körper nach langer Zeit vollkommen in den krystallinischen Zustand übergeht.

Die meisten Umwandlungs- und Substitutionsproducte aus dem neuen Phenol, durch welche die Formel und nähere Zusammensetzung des Körpers hätte controlirt werden können, sind nicht in Formen zu erhalten, welche Garantien für ihre Reinheit bieten.

Das Nitro- und Bromproduct sind amorph. Behandelt man das Diphenol mit fünffach Chlorphosphor, so entsteht ein chlorhältiger Körper, unlöslich fast in allen Lösungsmitteln, ebenfalls amorph.

In concentrirter Schwefelsäure löst es sich und nach dem Behandeln mit Baryumcarbonat erhält man ein lösliches Salz einer Sulfosäure, das aber gummiartig eintrocknet.

Doch ist es mir gelungen durch Behandlung des Körpers mit der entsprechenden Menge Kalihydrat, wodurch er zu einer in der Kälte festen Masse wird, Einschließen der so gebildeten Kaliverbindung mit Jodmethyl und etwas Alkohol in Röhren und Erhitzen auf 120°—130°, eine Art von Methyläther, ein Dianisol daraus zu gewinnen. Nach Beendigung der Reaction findet man zwei Schichten in der Röhre, von denen die untere im Wesentlichen eine concentrirte Jodkalium Lösung ist, während die obere das neugebildete Product enthält.

Man erwärmt, fügt Kalilauge hinzu und schüttelt mit Äther, der das Dianisol aufnimmt, während etwa noch vorhandenes Diphenol in der kalischen Flüssigkeit bleibt [1]). Nach dem Verjagen des Äthers, Trocknen und Destilliren erhält man ein ziemlich dünnflüssiges Liquidum von aromatischem Geruch, das beim Rectificiren zwischen 310° und 320° übergeht. Bei der Analyse des Körpers verschiedener Bereitung erhielt man Zahlen, die sich denen, welche die Formel $C_{14}H_{14}O_2$ verlangt nähern:

		Gefunden		
	$C_{14}H_{14}O_2$	I	II	III
C . . .	78·5	78·4	78·3	78·7
H . . .	6·5	6·3	6·4	6·7.

Überläßt man das mehrfach destillirte Öl einige Tage der Ruhe, so findet man dasselbe von einem weißen Krystallpulver durchsetzt, das vornehmlich an den Wänden und am Boden des Glasgefäßes

[1]) Diphenol wird zwar aus seiner Lösung in wässeriger Soda von Äther aufgenommen, nicht aber aus der Lösung in Kalilauge.

sitzt. Durch kalten Äther, worin das Öl leicht löslich ist, kann man die Krystalle trennen, die als blendend weiße, lockere Masse auf dem Filter bleiben. Diese Krystalle zeigen unter dem Mikroskope die Form wohl ausgebildeter, wahrscheinlich quadratischer Oktaëder, schmelzen bei 146°, sind in Wasser, kaltem Äther und Alkohol unlöslich, etwas löslich in heißem Äther und gaben bei der Analyse:

C . . . . 78·6
H . . . . 6·7,

wornach sie ebenfalls nach der Formel $C_{14}H_{14}O_2$ zusammengesetzt erscheinen. Sie müssen als eine Modification des ölförmigen Dianisols betrachtet werden, von der es vorläufig unentschieden ist, ob sie blos durch längeres Stehen, wie dies beim Diphenol wahrscheinlich der Fall ist, oder erst bei der Destillation durch intramolekulare Umsetzung entstand. Das flüssige Dianisol gibt ein amorphes Bromproduct und ein undeutlich krystallisirtes Nitroproduct, das krystallisirte Dianisol auch, wie es scheint, ein amorphes Brom-, aber ein in prachtvollen langen, verfilzten Nadeln krystallisirendes Nitroproduct.

Ich beabsichtige die Untersuchung über das Diphenol und seine Abkömmlinge fortzusetzen.

Wenn man nun versucht, sich Rechenschaft zu geben über die Entstehung der beschriebenen Säuren und des Diphenols bei der Einwirkung von schmelzendem Kali auf gewöhnliches Phenol, so konnte man, wenigstens was die Bildung der Oxybenzoësäuren betrifft, vermuthen, daß diese nicht dem Phenol, sondern demselben etwa beigemengtem Kresol ihre Entstehung verdanken, da, wie ich früher gezeigt habe, jedes Kresol durch schmelzendes Kali in die entsprechende Säure übergeführt wird.

Ich habe deßhalb denselben Versuch mit ganz reinem, mehrmals über Kalk destillirten und rectificirten Phenol angestellt; ebenso mit Phenol, das bereits zweimal mit Ätzkali in der angegebenen Weise verschmolzen war und das wie oben beschrieben aus der ammoniakalischen Lösung neben Diphenol von Äther aufgenommen wurde, das also sicher kein Kresol mehr enthalten konnte, endlich mit chemisch reinem Phenol das aus Oxybenzoësäure durch Destilla-

tion derselben mit Kalk und mehrmaliges Rectificiren erhalten worden war.

In jedem Falle bildeten sich genau dieselben Producte und es kann somit kein Zweifel darüber bestehen, daß dieselben wirklich dem Phenol selbst ihre Entstehung verdanken.

Ist dieß nun festgestellt, so scheint mir der Vorgang etwa folgender zu sein.

Ein Theil des Phenols wird unter vollständiger Zerstörung des Benzolringes oxydirt, während ein anderer Theil an einem Punkte eine Lockerung erfährt, etwa durch Austritt von Wasserstoff.

Statt dieses Wasserstoffes schiebt sich nun $C\Theta\Theta$ hinein, das einem bereits in einzelne Bruchstücke zerfallenen Phenol entstammt, und das sich noch mit Kalium verbindet, um ein oxybenzoësaures Salz zu liefern.

Die Lockerung erfolgt vornehmlich an der Metastelle, in geringerem Masse an der Orthostelle, daher sich überwiegend Salicylsäure und wenig Oxybenzoësäure bildet.

Leichter noch als die Einschiebung von $C\Theta\Theta$ geschieht aber in diesem Falle in ein eines Wasserstoffatomes beraubtes Phenolmolecül, der Eintritt eines ebensolchen Molecüls und dadurch erklärt sich die gleichzeitige Bildung des Diphenols, das möglicher Weise, ebenso wie zwei isomere Säuren gebildet wurden, in zwei isomeren Modificationen auftritt[1]). Die große Menge von unzersetztem Phenol kann wohl zum Theil wirklich unzersetzt geblieben sein, ebenso leicht jedoch kann zwar alles Phenol in die Reaction eingetreten, aber der Rest $C_6H_4\Theta H$ statt sich mit $C\Theta\Theta K$ zu oxybenzoësaurem Salze oder mit einem gleichen Reste zu Diphenol zu verbinden, von dem in großen Mengen auftretenden Wasserstoff einfach wieder in Phenol zurückverwandelt worden sein.

So könnte auf die einfachste Weise der Vorgang bei der Bildung der oben beschriebenen Körper gedeutet werden. Daß wirklich ein Theil des Phenols bis zu Kohlensäure oxydirt wird, beweist das beim Absättigen der Schmelze mit Schwefelsäure massenhaft auftretende kohlensaure Gas.

---

[1]) Vielleicht ist der aus Sodalösung nicht durch Äther ausziehbare Körper, der wie bemerkt seiner geringen Quantität wegen nicht untersucht werden konnte, ein zweites isomeres Diphenol.

Andere Oxydationsproducte konnten in der von Äther ungelösten sauren Flüssigkeit, wenigstens nicht in nennenswerther Menge aufgefunden werden.

Wie man sieht ist der Vorgang ein ganz ähnlicher, wie bei der Bildung von Benzoësäure und Phtalsäure aus Benzol, den wir durch die schöne Arbeit von Carius kennen gelernt haben. Carius hat bekanntlich die Entstehung der Benzoësäure durch Einwirkung von Ameisensäure auf Benzol erklärt. Er hat die Ameisensäure auch als wirklich gebildet nachgewiesen.

Es ist natürlich die Entstehung von Oxybenzoësäure und Salicylsäure auch mit Hilfe einer gebildeten Ameisensäure zu erklären; da ich aber dieselbe nicht als solche auffinden konnte, da Phenol bei Gegenwart von Natrium durch Kohlensäure in Salicylsäure übergeführt wird, und da endlich auch durch die erstgegebene Erklärung die Bildung von Diphenol veranschaulicht wird, so habe ich ihr in diesem Falle den Vorzug gegeben.

Wie schon bemerkt, werden diese Untersuchungen in meinem Laboratorium fortgesetzt.

Innsbruck im Juli 1870.

9. Über Bromphenolsulfosäuren.

Von Karl Senhofer.

Substitutionsproducte der Sulfosäuren des Phenols sind bis jetzt nicht häufig dargestellt worden.

Schmitt erhielt eine Dibromphenolsulfosäure durch Zersetzung der Diazodibrombenzolsulfosäure mit Wasser, hat aber nur ein Barytsalz derselben beschrieben. Kekulé stellte durch Behandlung von Nitrophenol mit rauchender Schwefelsäure eine Nitrophenolsulfosäure dar. Dieselbe Säure erhielten Kolbe und Gauhe durch Behandlung von phenolparasulfosaurem Kali mit Salpeter und Schwefelsäure, während sie durch Einwirkung von chlorsaurem Kali und Salzsäure auf dasselbe Kalisalz zu einer Dichlorphenolsulfosäure gelangten. Baehr-Predari hat dann später aus Chlorphenol und Schwefelsäure verschiedene Monochlorphenolsulfosäuren erhalten.

In der Absicht weitere Versuche in dieser Richtung anzustellen, habe ich versucht Brom auf Phenolsulfosäuren, respective auf ihre Kalisalze einwirken zu lassen, und habe dadurch mehrere Körper erhalten, deren Darstellung und Eigenschaften ich im Folgenden beschreiben will.

Als Ausgangspunkt dienten mit möglichster Sorgfalt dargestelltes Phenolpara- und Phenolmetasulfosaures Kali.

1. Bromsubstitutionsproducte aus Phenolparasulfosäure.

Löst man phenolparasulfosaures Kali in Wasser und gibt unter beständigem Umrühren tropfenweise so viel Brom hinzu, bis auf ein Molekül des Salzes ein Molekül Brom verbraucht ist, so verschwindet das eingeträufelte Brom fast augenblicklich. Verwendet man eine ziemlich concentrirte Lösung des Kalisalzes, so tritt eine deutliche Erhöhung der Temperatur ein; war diese stark verdünnt, so ist die Wärmezunahme kaum bemerklich; im ersteren Falle scheidet sich

gleich nach dem Erkalten, im letzteren erst nach dem Einengen der Flüssigkeit auf dem Wasserbade ein weißer Krystallbrei aus, der jedesmal abfiltrirt und zwischen Leinwand abgepreßt wurde. Durch Eindampfen des Filtrates wurden neue Mengen des Körpers erhalten und dieß daher so oft wiederholt, als die jedesmal abgepreßte Substanz unter dem Mikroskope mit den frühern Krystallisationen sich als gleich erwies.

Die letzte Mutterlauge wurde einstweilen bei Seite gestellt, alle Krystallisationen vereinigt und durch 5—6maliges umkrystallisiren von den verunreinigenden Beimengungen befreit. Die ersten drei Krystallisationen bestanden aus feinen Nadeln, die vierte aus warzenförmig vereinigten Körnern. Bei der fünften Krystallisation waren deutlich zweierlei Krystallformen bemerkbar, nämlich kleine Blättchen und lange Nadeln, welch letztere concentrisch gruppirt waren.

Nach der mechanischen Trennung gingen beim Umkrystallisiren alle diese verschiedenen Formen wechselseitig so in einander über, daß man daraus schon einen Schluß auf die Identität der Substanz ziehen konnte, was auch später die Analyse bestätigte.

Zur Darstellung der freien Säure löst man das Kalisalz in Wasser und fällt es mit Bleiessig, wäscht anfangs den Niederschlag durch decantiren, dann auf dem Filter heiß aus.

Der mit kochendem Wasser angerührte Niederschlag wird im Wasserbade mit Schwefelwasserstoff behandelt, das Schwefelblei durch Filtration entfernt und die durchgelaufene Flüssigkeit anfangs auf dem Wasserbade abgedampft, bis sie den Geruch nach Bromphenol zu verbreiten beginnt, dann im Vacuum über Schwefelsäure sich selbst überlassen.

Die freie Säure stellt so einen noch etwas feuchten Krystallbrei dar, der noch aschenhältig ist. Man befreit dieselbe aber davon bis auf Spuren, indem man die Substanz in wasserfreien Äther aufnimmt und denselben nach längerem Stehen vom ungelösten Rückstande abzieht. Nach dem verjagen des Äthers erhält man durch Umkrystallisiren aus Wasser und Abpressen die freie Säure in kleinen rectangulären Tafeln, die an der Luft nicht vollkommen trocknen. Mit Eisenchlorid gibt sie eine schwach violette Reaction, die auf Zusatz von kohlensaurem Natron verschwindet; durch basisch essigsaures Blei wird sie gefällt, nicht durch neutrales; mit Salpetersäure erwärmt, scheidet sich unter Bildung von Brom-

Wasserstoff und Schwefelsäure ein gelber Körper aus, der unter dem Mikroskope deutlich rhombische Tafeln erkennen läßt. In Wasser und Alkohol ist die Säure sehr leicht löslich, schwerer in Äther, weßhalb letzterer aus wässriger Lösung kaum Spuren aufnimmt. Das Trocknen der Säure erfordert einige Vorsicht, da sie nur schwierig das Wasser abgibt, ohne sich dabei theilweise zu zersetzen. Man trocknet sie unter sehr langsamer Steigerung der Temperatur bei 100—105°. Die Analyse ergab:

I. 0·2904 Gramm getrocknete Substanz gaben 0·2327 Grm. Kohlensäure und 0·0371 Grm. Wasser.

II. 0·449 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·5062 Grm. Bromsilber und 0·3142 Grm. schwefelsauren Baryt.

Diese Zahlen entsprechen einer Dibromphenolsulfosäure, welche verlangt:

	$C_6H_4Br_2SO_4$	Gefunden
C	21·68	21·87
H	1·2	1·42
Br	48·2	47·97
S	9·64	9·62.

Eine Bestimmung des Krystallwassers führte zu keinem genügenden Resultate, da die Substanz schwer lufttrocken zu erhalten ist.

Es liegt daher der bemerkenswerthe Fall vor, daß sich vornehmlich leicht eine zweifach bromirte Säure bildet, während doch das zur Reaction verwendete Brom nur für ein Monobromproduct berechnet war. Damit in Übereinstimmung erhielten Koble und Gauhe auch eine zweifach gechlorte Säure.

Neutrales Kalisalz. Zur Analyse wurde das oben erwähnte Salz, das zur Darstellung der freien Säure diente verwendet; es entspricht der Formel $C_6H_3Br_2.SO_4K$.

I. 0·3359 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·2421 Grm. Kohlensäure und 0·0342 Grm. Wasser.

II. 0·5253 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·5344 Grm. Bromsilber und 0·342 Grm. schwefelsauren Baryt.

III. 0·2751 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·0656 Grm. schwefelsaures Kali.

	Berechnet	Gefunden
C	19·46	19·65
H	0·81	1·13
Br	43·24	43·28
S	8·65	8·94
K	10·54	10·61.

Wie schon früher erwähnt, krystallisirt das besprochene Salz in zweierlei Formen. Als Blättchen enthält es kein Krystallwasser in seiner zweiten Gestalt als concentrische Nadeln verliert es bei 140° getrocknet 4·87 Pct. Wasser. Die Formel $C_6H_2Br_2SO_4K+H_2O$ fordert 4·64 Pct. Die wässrige Lösung des Salzes reagirt schwach sauer.

Das basische Kalisalz wird aus dem neutralen dadurch erhalten, daß man zur kochenden Lösung des Letzteren so lange kohlensaures Kali zugibt, bis die Flüssigkeit genau neutral geworden ist. Nachdem man diese stark concentrirt hat, krystallisirt das Salz aus, das nun abgepreßt nochmals gelöst und sich selbst überlassen wurde.

Nach längerem Stehen erhält man Krystalle und zwar gelbliche Blättchen, die stark in die Länge gezogen erscheinen. Der Kaligehalt entspricht annähernd der Formel $C_6H_2Br_2SO_4K_2$; es ist also ein Salz, worin auch der Wasserstoff des Hydroxyls durch Kalium ersetzt ist.

Ein kleiner Gehalt an neutralen Salz mag den etwas zu kleinen Kaliumgehalt erklären. Gefunden 17·64 Pct., berechnet 19·12 Pct. Kalium. Der Wasserverlust des lufttrockenen Salzes betrug bei 140° in Procenten 8·24 für $C_6H_2Br_2SO_4K_2+2H_2O$ berechnet sich 8·11.

Neutrales Barytsalz. Versetzt man eine concentrirte Lösung das neutralen Kalisalzes noch heiß mit Chlorbaryum, so entsteht ein weißer krystallinischer Niederschlag, der durch Abpressen von der Flüssigkeit möglichst befreit wird. Zwei bis dreimaliges Umkrystallisiren aus kochendem Wasser genügt, um das Barytsalz rein in feinen Nadeln zu erhalten. Durch langes Liegen an der Luft werden sie opak.

0·3277 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·0945 Grm. schwefelsauren Baryt 16·95 Pct. Barium. Die Formel $2(C_6H_2Br_2SO_4)Ba$ verlangt 17·17 Pct. Die Lufttrockne Substanz gab bei 150° ge-

trocknet 8·06 Pct. Wasser, 8·26 Pct. entspricht der Formel $2(C_6H_2Br_2SO_4)Ba + 2H_2O$ [1]).

Basisches Barytsalz. Zur Darstellung dieses Salzes benützt man das neutrale Barytsalz. Selbes wird in Wasser aufgenommen und bei 100° mit einer Lösung von Ätzbaryt bis zur neutralen Reaction behandelt, darauf filtrirt man heiß, engt die Flüssigkeit etwas ein und überläßt sie der Krystallisation; es schießen dabei lange Nadeln an, die durch wiederholtes Umkrystallisiren leicht vollkommen zu reinigen sind.

Sie zeichnen sich durch eine besondere Krystallisationsfähigkeit aus, so daß man aus geringen Quantitäten der Substanz leicht starke Nadeln von mehreren Linien Länge erhält, die sich durch scharf ausgebildete Kanten auszeichnen.

Diese Verbindung ist leichter löslich, als das ziemlich schwer lösliche neutrale Salz der gleichen Säure. Zur Bestimmung des Baryumgehaltes diente durch wiederholtes Umkrystallisiren gereinigtes Salz.

Die getrocknete Verbindung gab 29·31 Pct. Barium, berechnet nach der Formel $C_6H_3Br_2SO_4Ba$ 29·34 Pct. Lufttrocken hat es die Formel: $C_6H_3Br_2SO_4Ba + 4H_2O$, da es bei 160° getrocknet 13·16 Pct. Wasser verliert. Die Formel verlangt 13·36 Pct.

Das Cadmium-Salz erhält man leicht durch Auflösen von kohlensaurem Cadmium in der freien Säure. Die filtrirte Lösung wurde, da sie etwas gefärbt war, mit Thierkohle gekocht, nochmals filtrirt und auf dem Wasserbade stark eingedampft; es schießen concentrische Nadeln an etwas gelblich gefärbt, deren Cadmiumgehalt einem Gemisch von neutralem und basischem Salze entspricht.

Das Bleisalz wurde durch Fällen des neutralen Kalisalzes mit basisch essigsaurem Blei erhalten, nach dem Auswaschen und Trocknen stellt der Niederschlag ein undeutlich krystallinisches Pulver dar.

---

[1]) Dieses Salz könnte möglicher Weise identisch sein mit dem von Schmitt (Anal. 120, S. 861) aus seiner Dibromphenolsulfosäure erhaltenen.

Die wenigen Angaben von Schmitt widersprechen dem nicht, doch müßte eine genaue vergleichende Untersuchung beider Verbindungen vorgenommen werden, um endgiltig darüber zu entscheiden. Der dort angegebene theoretische Baryumgehalt ist übrigens nicht richtig, statt 16·2 Pct. Barium soll es wohl heißen 17·2 Pct.

Bei der Analyse zeigte es einen Bleigehalt von 57·62 Pct. Es ist also ein Gemisch basischer Salze.

Beim Eindampfen der Mutterlauge, aus der das Dibromphenolparasulfosaure Kali erhalten worden war, schieden sich zweimal nach einander kleine Quantitäten gelbbrauner Krystalle aus, die sich durch ihren Habitus wesentlich von den frühern unterschieden. Sie wurden daher für sich behandelt.

Ihre wässrige gefärbte Lösung wurde mit Thierkohle gekocht, das Filtrat eingeengt und der Krystallisation überlassen. Aus den zuerst anschießenden Krystallen erhält man nach dem Abpressen und nochmaligen Lösen bei längerem Stehen schwach gelb gefärbte, vierseitige abgestutzte Prismen. Sie wurden getrocknet und analysirt.

I. 0·311 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·2832 Grm. Kohlensäure und 0·0437 Grm. Wasser.

II. 0·3589 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·2302 Grm. Bromsilber und 0·295 Grm. schwefelsauren Baryt.

III. 0·5175 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·153 Grm. schwefelsaures Kali.

Die Krystalle sind daher das Kalisalz einer einfach gebromten Säure.

$C_6H_4BrSO_4K$

	Berechnet	Gefunden
C	24·74	24·83
H	1·37	1·56
Br	27·49	27·29
S	11·0	11·29
K	13·4	13·26.

Mit Eisenchlorid gibt dieses Salz eine schwach violette Färbung, die auf Zusatz von kohlensaurem Natron verschwindet; es fällt mit Bleiessig; mit concentrirter Salpetersäure erwärmt und dann verdünnt, scheiden sich beim Erkalten, lange schwer lösliche Nadeln aus, die Flüssigkeit enthält Bromwasserstoff.

Die Ausbeute an diesem Salze war ziemlich klein gewesen, und da ich beabsichtigte mir noch eine neue Quantität desselben herzustellen, so verschmolz ich den Rest mit Ätzkali.

Die zweite Darstellung aber hatte so wenig dieses einfach gebromten Salzes gegeben, daß es nicht gelang, selbes durch wiederholtes Umkrystallisiren zu reinigen und dann daraus die freie Säure darzustellen.

Die Schmelze mit Ätzkali wurde nach dem Ansäuren mit Äther geschüttelt. Der abgezogene Äther hinterließ beim Abdestilliren eine braune krystallinische Substanz, die nach dem Kochen mit Thierkohle und Auskrystallisiren unter der Luftpumpe etwas lichter geworden war.

Sie zeigte unter dem Mikroskope gekreuzte Nadeln; mit Eisenchlorid gab sie eine violette Reaction. Zu einer Analyse reichte die Quantität nicht aus.

Die Mutterlaugen dieses einfach gebromten Salzes werden dicklich, zeigen geringe Krystallansätze mehr, die zum Theil aus Bromkalium bestanden. Beim weiteren Concentriren entwickelt sich Bromwasserstoff in großen Quantitäten. Sie müssen der Reaction nach außer Bromwasserstoff und Bromkalium noch freie Sulfosäure enthalten.

II. Bromsubstitutionsproducte aus Phenolmetasulfosäure.

Das Kalisalz der Phenolmetasulfosäure wurde in ganz gleicher Weise mit einem Molekül Brom behandelt wie das der Parasäure, ebenso waren die Producte, die erhalten wurden, im wesentlichen ganz analog.

Die wässrige Lösung des Salzes mit Brom versetzt, wurde schon während der Operation trübe und allmählig schieden sich gelbe Krystallmassen aus. Nach einigen Stunden wurde abfiltrirt und der feste Rückstand abgepreßt.

Die Mutterlaugen gaben abgedampft wieder Krystalle, die dießmal weniger gefärbt waren. Dieselben wurden wieder getrennt und durch weiteres Einengen der Flüssigkeit eine dritte Partie dieses Körpers erhalten. Die 4. Krystallisation zeigte andere Formen, daher selbe sammt den Mutterlaugen einer eigenen Behandlung unterzogen wurden.

Die drei zuerst abgeschiedenen Partien wurden vereinigt und darauf versucht, sie in Wasser zu lösen. Der größte Theil löste sich in warmen Wasser ziemlich leicht, es bleibt aber selbst beim Kochen eine geringe Menge eines unlöslichen Rückstandes am Boden

des Gefäßes. Dieser unlösliche Rückstand schmilzt unter 100°, erstarrt wieder krystallinisch, scheidet sich aus alkoholischer Lösung in kleinen Krystallen aus, die von selbst sublimiren und sich als feine Nadeln auf der Oberfläche der Masse absetzen.

Bei verschiedenen Bereitungen wurde der Körper nicht von constanter Zusammensetzung erhalten. Er ist im wesentlichen ein Gemisch von mehrfach gebromten Benzolen und verdankt seine Entstehung einer secundären Reaction. Seine Menge ist wie schon erwähnt sehr unbedeutend. Die wässrige Lösung gibt etwas abgedampft beim Erkalten zweierlei Krystalle, seidenglänzende Blättchen und feine Nadeln. Beide Formen wurden theils mechanisch, theils durch Krystallisation, annähernd getrennt und auf ihren Kaligehalt untersucht. Er zeigte sich bei beiden gleich groß. Bei öfterem Umkrystallisiren, verschwanden die Krystallblättchen immer mehr und mehr. Die Analyse zeigte, daß das Salz wieder einer zweimal gebromten Säure entsprach.

Um die freie Säure zu erhalten, wurde die wässrige Lösung mit Bleizucker gefällt.

Nachdem der Niederschlag gut ausgewaschen ist, wird er in kochendem Wasser vertheilt, und ein Strom von Schwefelwasserstoff eingeleitet, indem man dabei Sorge trägt, daß die Flüssigkeit nicht erkaltet. Das Schwefelblei, wird durch das Filter entfernt und das Filtrat vorsichtig zuerst auf dem Wasserbade, dann unter der Luftpumpe eingeengt, bis eine zähflüssige braune mit Krystallen durchsetzte Masse zurückbleibt. Diese wurde zur weiteren Reinigung in Äther, der dabei violett wird, aufgenommen, wobei ein kleiner Theil ungelöst bleibt, den man durch den Scheidetrichter entfernt. Beim Verdunsten des Äthers, das anfangs an freier Luft, später im Vacuum geschah, setzten sich an den Wänden der Schale concentrische Nadeln an, die Hauptmasse war an der Oberfläche rothbraun, am Bruche aber vollkommen weiß und ließ mit freiem Auge keine einzelnen Krystalle erkennen.

Durch Umkrystallisiren aus Wasser, indem sie zerfließt, wurde ihr Aussehen nicht geändert. Zum Unterschied von dem ihr entsprechenden Bromsubstitutionsproduct der Phenolparasulfosäure bildet diese Säure schon mit Bleizucker ein unlösliches Salz. Mit Eisenchlorid färbt sie sich intensiv violett, diese Färbung entsteht auch in der ätherischen Lösung. Auf Zusatz von kohlensaurem

Natron verschwindet die violette Farbe, nachdem sie zuerst schmutzig roth gewórden.

Mit concentrirter Salpetersäure erwärmt, erhält man aus ihr in Wasser ziemlich schwer lösliche Krystalle, die Flüssigkeit wird dabei gelb. Die Substanz ist äußerst hygroskopisch, in wenigen Minuten zerfließt sie in der Luft gänzlich, eine Krystallwasserbestimmung war daher nicht möglich. Zur Analyse wurde sie im Vacuum bei 100° getrocknet, wobei sie schon, obwohl ohne merkliche Gewichtsabnahme, den Geruch nach Bromphenol verbreitete. So getrocknet schmilzt sie bei 118—120°.

I. 0·324 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·2545 Grm. Kohlensäure und 0·0496 Grm. Wasser.

II. 0·4377 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·4939 Grm. Bromsilber und 0·3021 Grm. schwefelsauren Baryt.

	$C_6H_4Br_2SO_4$ Berechnet	Gefunden
C	21·68	21·42
H	1·2	1·7
Br	48·19	48·02
S	9·64	9·48.

Wie die Analyse zeigt, hatte die Substanz noch etwas Wasser zurückbehalten oder wieder angezogen. Zur Controle wurde das neutrale Kalisalz aus dem die freie Säure dargestellt worden war, analysirt. Es bildet feine zerbrechliche Nadeln, die durch oftmaliges Umkrystallisiren ihre gelbe Farbe verloren hatten. Nur unter dem Mikroskope war noch eine kleine Beimengung von den früher erwähnten Blättchen zu erkennen.

Das Salz krystallisirt wie es scheint ohne Krystallwasser.

I. 0·3118 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·2205 Grm. Kohlensäure und 0·0301 Grm. Wasser.

II. 0·514 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·5236 Grm. Bromsilber und 0·3265 Grm. schwefelsauren Baryt.

III. 0·5014 Grm. gtrocknete Substanz gaben 0·1183 Grm. schwefelsaures Kali.

	$C_6H_2Br_2SO_4K$ Berechnet	Gefunden
C	19·46	19·29
H	0·81	1·07
Br	43·24	43·44
S	8·85	8·74
K	10·54	10·58.

Aus dieser Verbindung erhält man das basische Kalisalz, in dem auch der Wasserstoff des Hydroxyls durch Kalium ersetzt ist, durch genaue Neutralisation der schwach sauer reagirenden Lösung mit kohlensaurem Kali. Es wird die Flüssigkeit dabei gelb gefärbt. Das gebildete Salz ist so leicht löslich in Wasser, daß sich erst kurz vor dem Eintrocknen der Flüssigkeit Krystallmassen ausscheiden. In langen glänzenden Blättchen aber erhält man den Körper, wenn man ihn nach dem Trocknen in wenig verdünntem Alkohol heiß auflöst, und sich selbst überläßt. Auf dem Filter werden die Krystalle schnell opak. Sie enthalten 18·94 Pct. Kalium. Aus der Formel $C_6H_2Br_2SO_4K_2$ berechnen sich 19·14 Pct.

Das neutrale Barytsalz erhält man aus dem entsprechenden Kalisalz durch Behandlung mit einer Lösung von Chlorbaryum.

Es fällt dabei ein krystallinischer Niederschlag heraus, der abgepreßt und einigemal aus kochendem Wasser umkrystallisirt wurde.

Er stellt schwer lösliche weiße Blättchen dar, die kein Krystallwasser enthalten.

Statt der aus der Formel $2(C_6H_2Br_2SO_4)Ba$ berechneten 17·17 Pct. Baryum enthielt das Salz 17·45 Pct., es hatte sich also bei der Darstellung ein wenig des gleich zu beschreibenden basischen Salzes gebildet.

Basisches Barytsalz. Die wässerige Lösung der freien Säure gibt beim Kochen unter Zusatz von Barytwasser bis zur neutralen Reaction ein weißes ziemlich lockeres Pulver, das aus kleinen Krystallen besteht. Nach dem Auswaschen und Trocknen, betrug der Baryumgehalt desselben 29·02 Pct. Für die Formel $C_6H_2Br_2SO_4Ba$ berechnen sich 29·33 Pct. — Das Kadmiumsalz bildet sich leicht beim Auflösen von kohlensaurem Kadmium in der freien Säure bei Siedhitze. Durch das Verdunsten der filtrirten Lösung scheidet sich

das Salz aus als undeutliche gelbe Blättchen. Es ist im Wasser sehr leicht löslich. Die getrocknete Substanz gab:

24·2 Pct. Kadmium, berechnet 25·3.

Lufttrocken hat es die Formel $C_6H_2Br_2SO_4Cd+1^1/_2H_2O$.

Das Bleisalz entsteht durch Behandlung des neutralen Kalisalzes mit neutralem essigsaurem Blei. Der gebildete Niederschlag ist nach dem Auswaschen und Trocknen ein weißes lockeres Pulver. Es enthält 38·84 Pct. Blei, die Formel $C_6H_2Br_2SO_4Cb$ verlangt 38·41 Pct.

Die vierte und fünfte Krystallisation aus der Mutterlauge, welche in den früheren Krystallisationen die Kalisalze zweifach gebromter Säuren gegeben hatte, bestanden aus konisch zugespitzten Nadeln. Sie waren von dunkelbrauner Farbe und konnten durch Kochen mit Thierkohle nicht vollständig entfärbt werden.

Das dunkle Braun hatte sich dabei in ein lichtes Roth verwandelt.

Durch Fällen mit essigsaurem Blei, Behandeln des Niederschlages mit Schwefelwasserstoff und Verdampfen der filtrirten Flüssigkeit im Vacuum erhält man die Säure als bräunliche krystallinische Masse. Um den Aschengehalt, den sie noch zeigte, zu entfernen, wurde sie in Äther aufgenommen, der darin unlösliche Rückstand entfernt und der Äther wieder verdunstet. Aus Wasser krystallisirte die freie Säure jetzt unter der Luftpumpe über Schwefelsäure als eine schwach röthlich gefärbte Masse, die sehr hygroskopisch ist und nur annäherungsweise ohne Zersetzung getrocknet werden konnte.

Bei der Analyse zeigte sich der Wasserstoffgehalt etwas zu hoch, doch gaben die Kohlenstoff-, Brom- und Schwefelbestimmungen Zahlen, die sich denen, welche die Formel $C_6H_5Br_2SO_4$ verlangt, sehr nähern.

Die Analyse des Kalisalzes bestätigte diese Formel:

I. 0·3139 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·287 Grm. Kohlensäure und 0·0442 Grm. Wasser.

II. 0·342 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·2172 Grm. Bromsilber und 0·2811 Grm. schwefelsauren Baryt.

III. 0·481 Grm. getrocknete Substanz gaben 0·1428 Grm. schwefelsaures Kali.

	$C_6H_4BrSO_4K$	
	Berechnet	Gefunden
C	24·74	24·93
H	1·37	1·56
Br . . .	27·49	27·02
S	11·0	11·29
K	13·4	13·31.

Das Salz krystallisirt ohne Krystallwasser.

Es war also auch hier das einfach gebromte Product nur in ganz geringer Menge gebildet worden.

Das Barytsalz bildet sich durch Lösen von kohlensaurem Baryt in der freien Säure. Nach dem Filtriren und Abdampfen scheiden sich aus der Flüssigkeit gelbe Krystalle aus. Das Salz ist im heißen Wasser ziemlich leicht löslich und hat kein Krystallwasser.

Es enthält 21·77 Pct. Baryum, die Formel $2(C_6H_4BrSO_4)Ba$ verlangt 21·31 Pct.

Kupfersalz. Dieß erhält man durch Lösen von Kupferoxydhydrat in der freien Säure.

Nach dem Filtriren hat die Flüssigkeit eine gelbgrüne Färbung, beim Verdunsten unter der Luftpumpe hinterbleibt ein in Wasser sehr leicht löslicher brauner Körper, der unter dem Mikroskope dendritenartig verwachsene Nadeln erkennen läßt. Das Salz zeigte 11·47 Pct Kupfergehalt. Die Formel $2(C_6H_4BrSO_4)Cu$ verlangt 11·14 Pct.

Einen Rest des Kalisalzes zersetzte ich mit schmelzendem Kali. Es wurde daraus ein Körper erhalten, der in Krystallform Eisenreaction etc. mit dem aus Monobromphenolparasulfosäure auf gleiche Weise dargestellten übereinstimmt. Man könnte daraus schließen, daß in beiden Säuren das Brom und der Schwefelsäurerest dieselben Wasserstoffe des Phenols abwechselnd ersetzen.

Wenn ich eine Methode zur ergiebigeren Darstellung der einen oder andern Monobromsäure gefunden haben werde beabsichtige ich auch das durch Ätzkali in der Hitze daraus entstehende Product näher zu studiren.

Die letzten Mutterlaugen verhielten sich ganz ähnlich wie die des Parasalzes, nur hatte sich in Folge einer secundären Reaction auch etwas schwefelsaures Kali gebildet.

10. Vorläufige Notiz über einige Derivate der Gallussäure.

Von O. Rembold.

Wenn man nach dem Vorgange von J. Löwe um Ellagsäure zu gewinnen, Gallussäure mit Arsensäure (2:1) bei 120° behandelt, das erhaltene Product mit Wasser auswäscht, und den in Wasser unlöslichen Antheil (hauptsächlich aus Ellagsäure bestehend) einer Hydrirung mit Natriumamalgam unterwirft; so erhält man aus dem ätherischen Extract der angesäuerten und filtrirten Flüssigkeit mehrere durch ihre Löslichkeit in Wasser verschiedene Körper.

Am constantesten gewinnt man einen blaßgelben, mit einem Stich in's Grünliche versehenen in büschelförmig gruppirten Nadeln krystallisirenden seidenglänzenden Körper. Derselbe ist im kalten Wasser schwer löslich, gibt mit Chlorkalk eine schmutzig violette, dann bräunlich werdende, schließlich nahezu verschwindende Farbenreaction. Mit Eisenchlorid färbt er sich blaugrün, später grün, auf Zusatz von Sodalösung mißfärbig grünlich braun. Mit Ammoniak wird er bräunlich, mit Silbernitrat braunschwarz von reducirtem Silber, mit Salpetersäure gelblich, beim Erhitzen dunkler werdend. Bromwasser erzeugt keine Trübung. Von concentrirter Schwefelsäure wird die Substanz unter theilweiser Lösung gelb gefärbt; ein Körnchen mit Braunstein und concentrirter Schwefelsäure verrieben gibt eine schön purpurrothe Färbung. Er ist eine äußerst schwache Säure. Mehrere unter einander stimmende Elementaranalysen ergaben im Mittel in Procenten C = 57,7, H = 3,4 und dieß entspricht am nächsten der Formel $C_{14}H_{10}O_7$, welche C = 57,9, H = 3·4 verlangt. Die Salze der alkalischen Erden oxydiren sich rasch an der Luft, doch scheint der Körper ein krystallinisch werdendes Barytsalz zu liefern, wenn er im Wasserstoffstrome mit kohlensaurem Baryt behandelt wird. — Seltener als die eben angeführte erhält man eine ebenfalls in Wasser sehr schwer lösliche krystallinische farblose Substanz, welche eine rothe Farbenreaction mit Eisenchlorid gibt. Die geringe

Menge, in der dieselbe gewonnen wurde gestattete nicht die Formel derselben mit Sicherheit festzustellen, die gefundenen Zahlen $C = 50{,}9$, $H = 3{,}5$ passen sich am nächsten der Formel $C_{12}H_{10}O_8$ an. Auch diese Verbindung reagirt nur sehr schwach sauer. Die in Wasser leichter löslichen Bestandtheile des ätherischen Extractes besitzen eine deutlichere saure Reaction auf Lackmuspapier, insbesondere konnte daraus ein in gekreuzten Blättchen krystallisirender Körper mit blaugrüner Eisenreaction abgeschieden werden. Ich bin mit der weiteren Untersuchung dieser Körper beschäftiget.

XXII. SITZUNG VOM 13. OCTOBER 1870.

Herr Prof. Dr. Ferdinand Ritter v. Hochstetter dankt mit Schreiben vom 8. October l. J. für seine Wahl zum wirklichen Mitgliede der Akademie.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Kritische Durchsicht der Ordnung der Flatterthiere oder Handflügler *(Chiroptera)*. Familie der Fledermäuse *(Vespertiliones.)*“ V. Abtheilung, vom Herrn Dr. L. J. Fitzinger in Pest.

„Die Cerussit-Krystalle von Kirlibaba in der Bukowina“, vom Herrn Oberbergrath & Prof. Dr. V. Ritt. v. Zepharovich in Prag.

„Über die Bildung elektrischer Ringfiguren durch den Strom der Influenzmaschine“, vom Herrn Julius Peterin, Prof. an der k. k. Marine-Akademie zu Fiume.

Herr Hofrath Dr. E. Brücke überreicht eine Abhandlung: „Über die Contraction des Trommelfellspanners“, vom Herrn A. Schapringer *cand. med.*

Herr Prof. Dr. J. Loschmidt übergibt eine Abhandlung, betitelt: „Experimental-Untersuchungen über die Diffusion von Gasgemengen“, vom Herrn Andr. Wretschko.

Herr Dr. J. Peyritsch legt die II. Folge seiner Abhandlung: „Über Pelorien bei Labiaten“ vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Bellucci, Giuseppe, Sull'Ozono. Prato, 1869; 8°.

Gesellschaft, Deutsche geologische: Zeitschrift. XXII. Band, 2. Heft. Berlin, 1870; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXXI. Jahrg., Nr. 32. Wien, 1870; 8°.

Instituut, Kon. Nederlandsch meteorologisch: Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1869. I. Deel. Utrecht, 1869; Quer-4°.

Gesellschaft, Deutsche geologische: Zeitschrift. XXII. Band, 3. Heft. Berlin, 1870; 8°.

Isis: Sitzungs-Berichte. Jahrgang 1870, Nr. 4—6. Dresden; 8°.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Halbjahre 1870. 4° & 8°.

Landbote, Der steirische. 3. Jahrg., Nr. 21. Graz, 1870; 4°.

Mayr, Gustav L., Die mitteleuropäischen Eichengallen in Wort und Bild. I. Hälfte. Wien, 1870; 8°.

Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1870, 9. Heft. Wien; 8°.

Musée Teyler: Archives: Vol. III, fasc. 1er. Harlem, Paris & Leipzig, 1870; 4°.

Nature. Vol. II. Nr. 50. London, 1870; 4°.

Pessina, Luigi Gabriele, Questioni naturali e ricerche meteorologiche. Firenze, 1870; 8°.

Regnoli, Carlo, Sopra alcuni minerali e rocce del Perù. Pisa, 1870; 8°.

Schmidt, J. Christoph, Das reguläre Siebeneck geometrisch construirt dem orthodoxen Gelehrtenthume der Gegenwart vorgelegt. München, 1870; 4°.

Société des Sciences de Finlande: Öfversigt. XII. 1869—1870. Helsingfors; 8°. — Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk. XV. & XVI. Häftet. Helsingfors, 1870; 8°.

Sonklar, Carl von, Über die Structur der Gletscher. (Aus der „Deutschen Vierteljahrsschrift" Nr. 131.) 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 49. Wien, 1870; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIII. Jahrgang. N. F. VI. Band, 15. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

— des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXII. Jahrgang, 9. Heft. Wien, 1870; 4°.

Über die Contraction des Trommelfellspanners.

Von A. Schapringer, cand. med.

Ich habe unter der freundlichen Anleitung des Herrn Geheimerath Prof. Helmholtz über die fragliche Accomodation des Ohres und über dessen Resonanztöne Versuche angestellt, welche ich der Mittheilung werth achte, wenngleich sie in Bezug auf erstere nur ein negatives Resultat ergeben haben. Ich kam dazu in Folge des zufälligen Umstandes, daß ich beide Trommelfelle willkürlich einziehen und anspannen kann. Es tritt dabei ein Gefühl des Druckes und die Empfindung eines sehr heftigen Muskelgeräusches im Ohre ein. Die objective Beobachtung mit dem Spiegel ergibt dabei ein Abwärtssteigen und eine Verkleinerung des Lichtreflexes. Mittelst eines Kautschukschlauches kann auch das Muskelgeräusch einem fremden Ohre bemerkbar gemacht werden. Der Flüssigkeitstropfen eines in den äußern Gehörgang eingeführten Manometers macht bei der Ausführung derselben Willensintention, welche die erwähnten Erscheinungen hervorruft, eine sehr deutliche Excursion nach innen.

Das oft besprochene Knittern oder Knacken im Ohre, welches von Fabricius de Aquapendente, Johannes Müller, Harleß und Funke irrthümlich als durch die Action des M. tensor tympani verursacht angenommen wurde, kann ich auch im linken Ohr isolirt erzeugen. Das Manometerröhrchen zeigt dabei gar keine Veränderung des Luftdruckes im äußern Gehörgang an, ferner hebt sich auch das Gaumensegel. Diese Hebung des Velum tritt zwar auch bei der Erzeugung des früher erwähnten starken Muskelgeräusches gern ein, doch kann ich sie, während ich das Velum im Spiegel betrachte, bei einiger Aufmerksamkeit leicht vermeiden. Diese Erscheinungen liefern einen Beweis mehr für die von Politzer und Luschka vertheidigte und heute ziemlich allgemein acceptirte Ansicht, daß das Knacken der Action des Tensor veli zuzuschreiben ist, welcher die membranöse Wand der Tuba von der knorpeligen abzieht.

Bei Spannung des Trommelfells erfuhr ich nun, daß die tiefsten hörbaren Töne bis zu denen von etwa 70 Schwingungen für die Empfindung ganz ausgelöscht wurden. Von da an erschienen sie mir geschwächt und leerer in der Klangfarbe zu werden, was sich mit unmerklichem Übergang bei den höheren wieder verlor; ja einigemal erschien mir der Ton von Stimmgabeln der dreigestrichenen Octave, wenn ich die Spannung nicht eben forcirte, trotz des den Versuch begleitenden intensiven Muskelgeräusches deutlich verstärkt. Es konnte auch objectiv dargethan werden, daß höhere Töne auf dem Wege ihrer Zuleitung zum Labyrinth wenigstens bei Gelegenheit der Kopfknochenleitung thatsächlich an Intensität gewannen, wenn ich den Tensor tympani wirken ließ, und zwar auf folgende Weise:

Ich legte meine Zähne an einen von Prof. J. Bernstein in Heidelberg construirten „akustischen Stromunterbrecher", einem elketromagnetischen Inductionsapparat, dessen schwingende Feder in Quecksilber schlägt und beliebig verlängert und verkürzt werden kann, je nachdem man irgend einen Ton von den tiefsten bis zum dreigestrichenen Des hervorbringen will. Diese Töne sind anhaltend gleichmäßig, wie man sie auf so bequeme Weise nicht leicht durch einen andern Apparat hervorbringen kann. Ein Ohr setzte ich durch einen Kautschukschlauch mit einem Ohr eines zweiten Beobachters in Verbindung, der sein zweites Ohr verstopft hatte. Die Töne vom eingestrichenen Es aufwärts erfuhren für diesen Beobachter bei Anspannung des Trommelfells eine deutliche Verstärkung, welche aber für mich ausblieb, was nur so zu erklären ist, daß die Fläche der Membran wohl stärker schwang, während der von seinem Muskel festgestellte Hammer in der Aufnahme und Fortpflanzung der Schwingungen behindert war. Überhaupt war ich bei diesen Versuchen durch das sehr heftige Muskelgeräusch im Beurtheilen der Intensität der Töne sehr beirrt.

Die höheren Partialtöne der musikalischen Klänge und anderweitiger Geräusche drängen sich mir beim Einziehen des Trommelfells augenblicklich auf, während ich sonst den einen oder den andern von ihnen eine Zeit lang suchen mußte, und zwar erfuhr ich, daß sich bei einer möglichst starken Anstrengung die höchsten Obertöne leicht zur Wahrnehmung einstellten, welche beim Nachlassen dieser Anstrengung ihre Auffälligkeit verloren und mehr den tieferen Obertönen das Feld überließen.

Nach diesen Erfahrungen drängte sich natürlich die Frage auf, ob das Ohr auch unter gewöhnlichen Umständen durch den Trommelspanner nicht etwa für höhere Töne accomodirt würde wie dies früher angenommen wurde. Um dem auf die Spur zu kommen, brachte ich ein Manometerröhrchen in einen äußern Gehörgang und beobachtete im Spiegel den Stand des Flüssigkeitstropfens, während ich meine Aufmerksamkeit abwechselnd auf den Grundton und einen Oberton einer auf einen Blasebalg gesetzten Zungenpfeife richtete. Dieses Horchen geschah nun zwar hauptsächlich mit dem andern freien Ohr, doch scheint die Voraussetzung gerechtfertigt, daß eine Spannung des Trommelfells, welche beim gewöhnlichen Hören eine Accomodation des Ohres bewerkstelligen sollte eine doppelseitige sein werde. Der Stand des Flüssigkeitssäulchens veränderte sich aber bei diesem Versuche gar nicht, was einen unveränderten Stand des Trommelfells beim Horchen auf hohe und tiefe Töne beweist.

Wie ich erst später erfahren habe, hatte Mach einen ähnlichen Versuch mit gleichem negativen Resultate angestellt.

Herr Geheimerath Helmholtz benutzte die Eigenthümlichkeit meines Gehörorgans noch, um mich einige Versuche über die Resonanztöne des Ohrs machen zu lassen. So habe ich gefunden, daß jener bestimmte hohe Ton, welcher sich von seinen mit gleicher Intensität angegebenen Nachbarn durch erhöhte subjective Intensität auszeichnet, bei Anspannung des Trommelfells eine beträchtliche Verlagerung erfährt. Ich habe den Versuch mit dem von Helmholtz construirten Monochord mit gekrümmter Membran, der besonders starke hohe Töne gibt, angestellt und herausgebracht, daß jener gellende Ton, welcher bei mir unter gewöhnlichen Umständen etwa 5340 Schwingungen zählt, bei kräftig eingezogenem Trommelfell auf etwa 3700 Schwingungen, also ungefähr um eine Sexte herabgesetzt wird. Dies ist nun nicht etwa so zu erklären, als ob dem äußern Gehörgang, als gedeckte Pfeife betrachtet, durch die gegebene Verlängerung ein tieferer Resonanzton zuertheilt würde, denn für diese Erklärung ist der Abstand der betreffenden beiden Töne ein zu großer. Der Gehörgang stellt im Gegentheil eine Art offener Pfeife dar, denn das gewöhnlich etwas schlaffe Trommelfell bildet gegen die Paukenhöhle zu einen nur unvollkommenen Verschluß, und die Höhlen des Tympanum und des Processus mastoideus können dem Gehörgang gegenüber, wie der Bauch einer Flasche ihrem Halse gegenüber, als

offener Luftraum annähernd betrachtet werden. Offene Pfeifen haben nun bekanntlich einen Resonanzton von doppelt so viel Schwingungen als gedeckte von gleichem Rauminhalt. Durch strammes Anziehen der Membrana tympani wird aber der Gehörgang in eine wirklich gedeckte Pfeife verwandelt, welche einen gerade um eine Octave tieferen Resonanzton besitzen würde, wäre die offene Pfeife vollkommen offen und die gedeckte vollkommen gedeckt. Unter solchen Umständen kann also der Unterschied von einer Sexte einer viel geringeren Raumveränderung entsprechen, als er nach der zuerst erwähnten Erklärungsweise thun müßte.

Man kann nach Helmholtz einen tiefen Eigenton des Trommelfells entwickeln, wenn man dem äußern Gehörgang mit der Hand Luft zufächelt oder wenn man durch eine etwas breitere Kautschukröhre leise gegen denselben bläst. Es ist dabei ein tiefer Ton oder genauer gesagt ein tiefes Geräusch zu hören, welches bei Anspannung des Trommelfells deutlich leer wird, was so viel heißt, daß der tiefere Theil des Geräusches eine Abschwächung erleidet. Es ist mir nicht gelungen, die Höhe dieser Gehörsempfindungen zu bestimmen, doch spricht schon die erwähnte Veränderung für die Behauptung von Helmholtz, daß das erwähnte Geräusch im Trommelfell selbst seine Ursache habe.

Experimental-Untersuchungen über die Diffusion von Gasgemengen

(den zwei diffundirenden Gasen ist zu gleichen Volumprocenten ein drittes Gas beigemengt).

Von **Andreas Wretschko**,

Assistenten am k. k. physikalischen Institute.

Ich habe auf Veranlassung des Herrn Professor Loschmidt Versuche über freie Diffusion von Gasgemengen unternommen, zum Theil in der Absicht, experimentelle Belege für gewisse Folgerungen zu liefern, zu welchen Herr Director Stefan auf theoretischem Wege mit Benützung der Ergebnisse über die Diffusion je zweier einfacher Gase[1]) gelangte. Was die Einrichtung des Diffusionsapparates betrifft, verweise ich auf die eben citirte Abhandlung von Prof. Loschmidt.

Der Fall, den ich meiner Untersuchung zu Grunde legte, ist folgender:

In der einen Rohrhälfte befindet sich das Gas *A*, in der anderen das Gas *B*, und beiden ist in gleichen Volumprocenten ein drittes Gas *C* beigemengt.

Nachdem man je nach der Natur der angewandten Gase eine hinlänglich lange Zeit gewartet hatte, bis sich die eingeführten Gase in jeder Rohrhälfte ganz gleichförmig gemischt hatten, wurde der Apparat vertical gestellt, so daß sich jene Rohrhälfte unten befand, die das schwerere der zwei Gase *A* und *B* enthielt und vermittelst des Schiebers die vollständige Communication der Gase in beiden Rohrhälften hergestellt. Von diesem Augenblicke des Beginns

[1]) Experimental-Untersuchungen über die Diffusion von Gasen ohne poröse Scheidewände: Sitzungsb. d. Wiener Akad. LXI. p. 367, 1870.

der Diffusion bis zu ihrem Ende ließ ich eine durch Versuche als entsprechend lang erkannte Zeit verfliessen.

Nach der Diffusion, also nachdem beide Rohrhälften gegen einander wieder abgeschlossen wurden, mußte man vor Vornahme der Analyse des Mengungsverhältnisses noch zwei bis drei Stunden warten, bis sich die Gase in ihren Räumen wieder vollständig gleichförmig vertheilt hatten. Die vorliegende Arbeit erstreckt sich auf verschiedene Combinationen der drei Gase: Kohlensäure, Sauerstoff und Wasserstoff.

Die Methode, nach der die Beimengung des dritten Gases *C* in gleichen Volumprocenten zu den Gasen *A* und *B* erfolgte, war folgende: Man füllte die eine der zwei gegen einander abgeschlossenen Rohrhälften zunächst mit einem Gase *A*, die andere mit dem Gase *B*, verdrängte dann mit entsprechenden Mengen Quecksilber bestimmte und gleiche Volumina beider Gase, und ließ schließlich durch das Gas *C* dieses Quecksilber wieder verdrängen.

So einfach und theoretisch genau diese Methode auch ist, so schwierig war es, sie in der Praxis anzuwenden, da sie mit sehr vielen Fehlerquellen verbunden ist. Denn zunächst mußten die Hähne, die sich an den durchsichtigen Verschlußplatten befanden, durch Kautschukschläuche mit den Trichtern verbunden werden, durch welche das in den Apparat laufende Quecksilber fließen sollte, wodurch zwischen Trichter und Hahn ein schädlicher Raum entstand, in welchem sich, wenn auch kleine Quecksilbermengen ansammeln konnten, die daher den verlangten Dienst nicht mehr leisten konnten. Dann mußte an den zweiten, an jeder Verschlußplatte noch vorhandenen Hahn ein Rohr angesetzt werden, das unter eine Flüssigkeit tauchte, um ein regelmäßiges Entweichen der Gase *A* und *B* zu ermöglichen. Als solche Flüssigkeit wurde Baumöl verwendet, zum Theil um in den Diffusionsapparat keine Feuchtigkeit zu bringen, zum Theil um einen Überdruck zu verhindern; doch war das Letztere auch auf diese Weise nicht ganz zu vermeiden. — Bei Weitem das Schwierigste jedoch war es, die letzten Reste des im Apparate vorhandenen Quecksilbers durch das dritte Gas *C* zu verdrängen, denn es durfte nach dieser Operation im Apparate nicht der mindeste Überdruck gegen die atmosphärische Luft vorhanden sein, wenn das beabsichtigte Mischungsverhältniß erzielt werden sollte. Ein solcher Überdruck, mag er bald größer bald kleiner

gewesen sein, war nie ganz zu vermeiden, denn abgesehen vom Drucke, der sich bei der Entwicklung des Gases *C* immer bildete, wurde im Apparate ein solcher auch dadurch erzeugt, daß das Quecksilber beim Ausfließen an der Wandung der sehr engen Hähne eine nicht unbedeutende Reibung zu überwinden hatte.

Die Folge eines solchen Überdruckes wäre, daß nach Abfluß des letzten Tropfens Quecksilber auch ein Theil des im Apparate vorhandenen Gasgemenges (nicht blos des Gases *C*) ausströmen, daß man also vom Gase *A* (*B*) weniger, vom Gase *C* mehr erhalten würde, als beabsichtigt war. Diese bedeutendste aller angeführten Fehlerquellen suchte ich dadurch zu compensiren, daß ich die Hähne an den Verschlußplatten schon abschloß, als noch eine entsprechend große, durch Versuche mit Hilfe der durchsichtigen Verschlußplatte als richtig erkannte Menge Quecksilbers im Apparate vorhanden war, dann möglichst schnell (um den Gasen keine Zeit zum Mischen zu lassen) den Apparat vertical stellte und den Rest des Quecksilbers abfließen ließ, wodurch der früher vorhandene Überdruck möglichst ausgeglichen wurde. Auf diese Weise wurde eine, bei der beschriebenen Mischungsmethode überhaupt mögliche Genauigkeit des beabsichtigten Mischungsverhältnisses erzielt, was die später vorgenommenen volumetrischen Analysen auch bestätigten.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate dieser Analysen für die als gelungen zu betrachtenden Versuche:

Rohr	Obere Ablesung	reducirt	Untere Ablesung	t	b	Volum für 0° C. u. 1 Mm. Druck	Procente Kohlensäure	Procente Wasserstoff	Procente Sauerstoff
1. Versuch[1]). Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 100% Θ. „ oberen „ 50% Θ und 50% H. $t = 23{\cdot}7°$ C., Druck $= 745{\cdot}5$ Mm. Diffusionszeit ½ Stunde.									
Unt.	393·3	390·14	849·5	24·2	744·5	95261·9		20·3082	
U′	340·4	338	849·8	24	744·8	66242·8			
Ob.	440·3	435·99	848·5	23·8	746	126693·0		29·0292	
O′	348·6	346·2	850	23·4	747·1	71527·0			

[1]) Die mit * bezeichneten auf 0° C. und 1 Mm. Druck reducirten Volumina sind im Zustande absoluter Trockenheit gemessen, alle anderen naß.

Rohr	Obere Ablesung	reducirt	Untere Ablesung	t	b	Volum für 0° C. u. 1 Mm. Druck	Procente Kohlensäure	Procente Wasserstoff	Procente Sauerstoff
2. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: reines Knallgas. „ oberen „ 100% H. $t = 20{\cdot}6°$ C., Druck = 754·3 Mm. Diffusionszeit ½ Stunde.									
						Erste Analyse.			
U	314·6	312·6	841	18·8	753·5	61699·1			19·8345
U′	225	223	842·5	18·8	753·4	24986·1			
O	318	316	847·5	18·8	753·16	61353·2			13·6972
O′	260	257·6	847·5	18·6	753·3	36142·2			
						Zweite Analyse.			
U	350	347·6	843	19·6	750	78783·8			19·8955
U′	249	246·6	844	19·6	750	31760·6			
O	333·5	331·1	849	19·4	750·5	67469·3			13·6927
O′	273·2	270·8	849·2	19·6	750·3	39754·0			
3. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 100% CO_2. „ oberen „ 50% CO_2 und 50% Θ. $t = 23{\cdot}4°$ C., Druck = 745·5 Mm. Diffusionszeit ¾ Stunden.									
U	223·8	225·29	239·8	23·1	745·5	147174·4			12·1461
U′	38	35·77	242	23·1	746	17875·9*			
O	227	223·28	237·4	23·1	745·5	147014·2			37·7946
O′	102·2	99	239·5	23·1	746	55563·4*			
4. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 50% H und 50% CO_2. „ oberen „ 100% H. $t = 22{\cdot}8°$ C., Druck = 747·2 Mm. Diffusionszeit ½ Stunde.									
U	223·8	225·29	239·6	23·1	746	147319·8	34·1389		
U′	157·6	158·64	240·2	23	745·7	97026·5*			
O	224	220·29	237·5	23·1	746	144517·4	15·8128		
O′	191·8	188·6	238·1	23	745·7	121665·1*			
5. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 75% H und 25% CO_2. „ oberen „ 100% H. $t = 24{\cdot}6°$ C., Druck = 747 Mm. Diffusionszeit ½ Stunden.									
U	230·6	232·04	240	23·6	747·4	152994·6	17·3800		
U′	194	195·24	238·1	24	748·4	126404·2*			
O	229·7	225·97	237	23·6	747·4	149429·2	8·2181		
O′	210	206·3	235·2	24	748·4	137149·0*			

Rohr	Obere Ablesung	reducirt	Untere Ablesung	t	b	Volum für 0° C. u. 1 Mm. Druck	Procente Kohlensäure	Procente Wasserstoff	Procente Sauerstoff
6. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 50% CO_2 und 50% O. „ oberen „ 50% H und 50% O. $t=21{\cdot}8°$ C., Druck = 750·3 Mm. Diffusionszeit ½ Stunde.									
U	230·3	233·45	243	21·7	751	155500·7	36·1978	19·7358	44·0664
U′	160·4	160·19	243·6	21·2	750·6	99212·9*			
U″	322·3	319·9	851	20·7	750·8	60634·0			
U‴	247·5	245·1	837	20·4	749·8	32500·3			
O	227·3	223·57	238	21·7	751	149333·9	13·4848	29·8915	56·6237
O′	199·4	195·7	238·6	21·2	750·6	129196·6*			
O″	293	290·6	848	20·8	749·4	47554·3			
O‴	227	224·6	848	20·9	749·2	22908·8			
Bei U″ und O″ wurde mittelst Explosion auf den Wasserstoff analysirt.									
7. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 50% CO_2 und 50% O. „ oberen „ 50% H und 50% O. $t=21{\cdot}3°$ C., Druck = 750·8 Mm. Diffusionszeit ⅔ Stunden.									
U	231	234·19	241	21·1	748·8	156571·6	33·6223	22·2108	44·1669
U′	165·7	166·21	242	20·5	748·5	103928·6*			
U″	356·8	355·18	849	20·4	747·3	78428·7			
U‴	275	272·6	850	20·4	746·8	39063·9			
O	225·2	221·48	237	21·1	748·8	147704·0	15·8496	27·6557	56·4947
O′	193	189·8	237·5	20·5	748·5	124293·5*			
O″	352	350·4	849	20·6	748·5	76081·8			
O‴	273	270·6	849	20·4	747	38575·8			
Bei U″ und O″ auf Wasserstoff analysirt.									
8. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 75% CO_2 und 25% O. „ oberen „ 75% H und 25% O. $t=20{\cdot}4°$ C., Druck = 747·7 Mm. Diffusionszeit ⅓ Stunde.									
U	230·3	231·74	243	20·2	749·5	155193·9	54·3434	24·4436	21·2130
U′	120·4	120·75	244	20·3	754	70856·2*			
U″	238	235·6	849·5	20·6	754	27275·6			
U‴	153	150·04	850·5	20·6	754	5371·5			
Bei U″ auf Wasserstoff analysirt.									

Rohr	Obere Ablesung	reducirt	Untere Ablesung	t	b	Volum für 0° C. u. 1 Mm. Druck	Procente Kohlensäure	Procente Wasserstoff	Procente Sauerstoff
O	223·2	219·49	240·5	20·2	749·5	146050·1	20·3338	50·7469	28·9193
O′	180·6	176·9	228	20·3	754	116352·5*			
O″	327·4	325	848	20·7	753·6	64893·7			
O‴	138·3	135·14	850·5	20·8	753·5	2888·3			

Bei O′ auf Wasserstoff analysirt.

9. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 75% CO_2 und 25% O. „ oberen „ 75% H „ 25% O.

$t = 20·6°$ C., Druck = 754 Mm. Diffusionszeit $^3/_8$ Stunden.

U	230·7	232·14	239·6	22·3	749·3	154614·1	48·1438	31·3775	20·4787
U′	134·4	134·76	240	23·3	751·3	80177·0*			
U″	290·1	287·7	849·5	23·4	750·8	45050·8			
U‴	153	150·04	852	23·3	750·4	4161·3			
O	227·2	223·48	236·6	22·3	749·3	148742·9	26·5556	43·1386	30·3058
O′	175·2	172	237·2	23·3	751·3	109243·3*			
O″	344	341·6	847·5	23·5	750·5	70930·1			
O‴	174	171·33	849	23·6	750·2	8437·3			

Bei U″ und O″ auf Wasserstoff analysirt.

10. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 50% O und 50% CO_2. „ oberen „ 50% H „ 50% CO_2.

$t = 23·1°$ C.. Druck = 753·8 Mm. Diffusionszeit $^1/_3$ Stunde.

U	228·5	229·96	241	24	750·2	151250·5	45·4266	16·7139	37·8595
U′	138·6	139·02	243·5	24	750·8	82542·5*			
U″	226	223·6	849	24·4	749·3	21265·9			
U‴	190	187·47	849·5	24·4	749	11496·4			
O	225·7	221·98	239	24	750·2	145838·6	54·0579	33·9626	11·9795
O′	120·3	116·6	246	24	750·8	67001·3*			
O″	280·7	278·7	847·5	24·4	748·8	40757·3			
O‴	178·5	175·89	849	24·6	748·5	8874·9			

Bei U″ wurde der Wasserstoff, bei O″ der Sauerstoff bestimmt.

Rohr	Obere Ablesung	reducirt	Untere Ablesung	t	b	Volum für 0° C. u. 1 Mm. Druck	Procente Kohlensäure	Procente Wasserstoff	Procente Sauerstoff
11. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 50% Θ und 50% CO_2. „ oberen „ 50% H „ 50% CO_2. t = 20·0° C., Druck = 753·3 Mm. Diffusionszeit ¾ Stunden.									
U	239·5	244·08	245	21·4	748·8	163960·7	45·8489	22·0941	32·0570
U′	146·8	146·05	240·8	20·4	747·3	88786·6*			
U″	330·7	328·7	844	20·4	747	66027·9			
U‴	233·8	231·4	844	20·4	747	25617·9			
O	231·2	228·46	244	21·4	748·8	151918·2	53·7342	27·7579	18·5079
O′	123	119·8	239·8	20·4	747·3	70286·1*			
O″	294·4	292·8	847·5	20·8	747·3	47867·9			
U‴	154	151·45	849	20·8	747·3	4789·3			
Bei U″ und O″ auf Wasserstoff analysirt.									
12. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 75% Θ und 25% CO_2. „ oberen „ 75% H „ 25% CO_2. t = 24·0° C., Druck = 750·7 Mm. Diffusionszeit ½ Stunde.									
U	227	228·47	239·6	24·6	748·5	149422·3	21·1413	25·6755	53·1832
U′	182·6	183·7	230·5	25·2	748·5	117832·5*			
U″	412·2	408·61	847·5	25·2	745·8	107256·2			
U‴	316·9	314·5	847·6	25·4	745·5	54874·1			
O	225·2	221·48	237	24·6	748·5	145013·3	28·7654	49·6343	21·6003
O′	169·5	165·8	237·5	25·2	748·5	103299·6*			
O″	275	272·6	847·5	25·4	745·2	37063·0			
O‴	152·4	149·43	848·5	25·6	745	3347·4			
Bei U″ wurde der Wasserstoff, bei O″ der Sauerstoff bestimmt.									
13. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 25% CO_2 und 75% H. „ oberen „ 25% Θ „ 75% H. t = 23·9° C., Druck = 753 Mm. Diffusionszeit ½ Stunde.									
U	230·8	232·24	240	23·2	755·1	155153·5	19·1011	74·4922	6·4067
U′	191·4	192·91	240·5	23·2	755	125517·5*			
U″	268	265·6	868	23·2	752·6	32192·9			
U‴	238	235·6	855·5	23·4	752	24544·4			
Bei U″ wurde der Sauerstoff analysirt.									

Rohr	Obere Ablesung	reducirt	Untere Ablesung	t	b	Volum für 0° C. u. 1 Mm. Druck	Procente Kohlensäure	Procente Wasserstoff	Procente Sauerstoff
O	228·7	224·97	238	23·2	755·1	150275·8	5·7795	75·3137	18·9068
O′	213·6	210·4	238·5	23·2	755	141590·6*			
O″	408·8	405·29	850	23	753·7	109006·4			
O‴	280	277·6	843	23·1	753·5	43385·0			

Bei O″ wurde der Sauerstoff analysirt.

14. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 50% CO_2 und 50% H.
„ oberen „ 50% O „ 50% H.

$t = 24·8°$ C., Druck = 752·5 Mm. Diffusionszeit ½ Stunde.

U	228·7	230·16	241·2	23·8	751·8	151886·0	37·7012	49·3790	12·9198
U′	154·2	155·18	241·5	23·9	750·4	94623·2*			
U″	356·7	354·29	852·5	23·8	750·2	75771·9			
U‴	250·4	248	853	23·8	750	28630·0			
O	227·1	224·27	238·4	23·8	751·8	148246·7	12·6073	50·1227	37·2700
O′	194·4	190·7	206	23·9	750·4	129556·8*			
O″	294·5	292·1	846	23·8	749·1	47209·5			
O‴	164·3	161·49	847	23·8	749	6595·6			

Bei U″ wurde der Sauerstoff, bei O″ der Wasserstoff bestimmt.

15. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 50% CO_2 und 50% H.
„ oberen „ 50% O „ 50% H.

$t = 24·6°$ C., Druck = 750·2 Mm. Diffusionszeit 1 Stunde.

Erste Analyse.

U	224·3	225·79	242	24·3	748·7	146885·6	32·3912	49·6894	17·9194
U′	160·5	161·3	238·8	24·2	748·5	99307·6*			
U″	264·2	261·8	850·5	24·2	747	33237·0			
U‴	170·8	168·08	851	24·2	746·8	6809·2			
O	229·5	225·77	239	24·3	748·7	148572·7	17·3136	50·2318	32·4546
O′	193·2	189·5	236	24·2	748·5	122849·4*			
O″	388·6	385·55	849·5	24·3	746·5	93117·8			
O‴	179	176·4	852	24·2	746·5	8264·4			

Bei U″ wurde der Sauerstoff, bei O″ der Wasserstoff bestimmt.

Rohr	Obere Ablesung	reducirt	Untere Ablesung	t	b	Volum für 0° C. u. 1 Mm. Druck	Procente Kohlensäure	Procente Wasserstoff	Procente Sauerstoff
				Zweite Analyse.					
U	228·2	229·66	239·8	24·2	747	150403·4	32·4082	49·6845	17·9073
U′	163·4	164·25	240·2	23·6	749·2	101660·3*			
U″	362·3	359·78	833·	24·1	749·3	84737·0			
U_1″	528	520·25	848·8	24·1	749·3	194195·6			
U‴	399·3	396·01	850	24	749·7	100764·4			
O	229·9	226·17	237·3	24·2	747	148990·4	17·3657	50·1808	32·4535
O′	193·5	189·8	238	23·6	749·2	123117·2*			
O″	402	398·64	859	24	749·3	98978·4			
O_1″	568·9	558·88	850	24	749·7	229338·9			
O‴	419·3	415·53	851·5	24	749·5	112721·5			

Bei U″ wurde der Wasserstoff, bei O″ der Sauerstoff bestimmt.

16. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 75% CO_2 und 25% H. / „ oberen „ 75% Θ „ 25% H.

t = 24·1° C., Druck = 752·8 Mm. Diffusionszeit ¾ Stunden.

U	237·1	240·61	245	24·3	752·8	159598·0	55·1301	24·2619	20·6080
U′	123·5	122·72	241	23·3	750·8	71611·5*			
U″	324·8	322·4	841	23·4	751	63372·9			
U‴	185·3	182·74	842	23·7	749·7	11972·6			
O	228·3	224·57	238·5	24·4	754	148661·9	19·8890	25·0530	55·0580
O′	188·5	184·8	239·5	24·4	753	119094·5*			
O″	410·6	407·05	838	24·4	752·9	113150·4			
O‴	317	314·6	839	24·4	752·7	60072·3			

Bei U″ und O″ auf den Wasserstoff analysirt.

17. Versuch. Vor der Diffusion: { im unteren Rohr: 75% CO_2 und 25% H. / „ oberen „ 75% Θ „ 25% H.

t = 23·8° C., Druck = 750·5 Mm. Diffusionszeit ¾ Stunden.

U	224	226·82	243	23	752·8	149145·0	49·4758	24·2718	26·2524
U′	129	128·34	244	23·2	752	75354·3*			
U″	330	327·6	840	23	751·8	66748·0			
U‴	208·3	205·9	841	23	751·8	18649·5			
O	224	220·29	237·6	23	752·8	145948·4	25·3085	25·1196	49·5719
O′	175	171·8	238·6	23·2	752	109011·0*			
O″	389·8	386·72	843	23·1	752	99055·7			
O‴	295	292·6	844	23·2	752·1	49085·4			

Bei U″ und O″ auf den Wasserstoff analysirt.

Die Bedeutung der Zahlen in den Verticalspalten ist aus dem Kopfe der Tabelle ersichtlich. Von den Horizontalreihen enthält bei allen Versuchen die mit U bezeichnete die Daten für das aus der unteren, die mit O jene für das aus der oberen Rohrhälfte entnommene angewandte Gasgemenge; die mit U′ notirte Horizontalreihe gibt bei den Versuchen 1 und 2 die Daten zur Berechnung des nach der Explosion übrigbleibenden Gasvolums aus dem unteren, O′ dasselbe für das Gas aus dem oberen Rohr. Bei allen übrigen Versuchen enthalten die Reihen U′ und O′ dasselbe für die Gasvolumina nach Absorption der Kohlensäure. Bei den Versuchen 6 bis 17 bezieht sich die Horizontalreihe U″ auf den ins Eudiometer übergeführten Theil dieses Rückstandes, U‴ auf das nach der Explosion zurückbleibende Gas. Eine ähnliche Bedeutung haben in diesen letzten Versuchen auch die mit O″ und O‴ bezeichneten Reihen für das Gas aus dem oberen Diffusionsrohr.

Die Versuche sind mit Rücksicht auf die Schwierigkeit der Mischungsmethode im Ganzen als gelungen zu betrachten, denn sie lassen, wie wir in der Folge sehen werden, das Diffusionsgesetz deutlich erkennen. Daß die Procente oft um 1—6 Zehntel nicht übereinstimmen, hat seinen Grund nur in der nicht absolut sicheren Mischungmethode, nicht in der Analyse; denn es stimmen die bei zwei Versuchen gemachten doppelten Analysen mit einander so weit überein, daß die zwischen beiden noch stattfindenden Differenzen nur auf die bei den Analysen vorkommenden Beobachtungsfehler zurückzuführen sind, so z. B. beim Versuch 2; noch deutlicher tritt dies hervor beim Versuche 15, wo bei der ersten Analyse im unteren Rohr direct der Sauerstoff, im oberen direct der Wasserstoff bestimmt wurde, während bei der zweiten Analyse im unteren Rohr indirect (durch Zuführung von so viel Sauerstoff, daß er dann im Überschusse vorhanden war) der Wasserstoff, im oberen ebenso (durch Zuleitung von entsprechend viel Wasserstoff) der Sauerstoff bestimmt wurde; und es stimmen die auf den zwei von einander ganz unabhängigen Methoden erhaltenen Procente für Kohlensäure, Wasserstoff und Sauerstoff sehr genau überein. Bei diesem Versuch 15, zweite Analyse, bezieht sich die mit U_1'' bezeichnete Horizontalreihe auf das Gasvolum nach der Zufuhr von Sauerstoff ins Eudiometer für das untere Rohr, O_1'' dasselbe für das obere Rohr

nach der Zufuhr von Wasserstoff. Vorstehende Versuche lassen sich aus Gründen, die später klar werden, in zwei Reihen scheiden:

I. Versuchsreihe: Das Gas *C* ist eines der Gase *A* und *B* und umfaßt die Versuche 1 bis 5, welche auch die einfachsten waren, sowohl mit Rücksicht auf die Analysen, als auch betreffs der vor der Diffusion angewendeten Mischungsmethode, welche die oben angegebenen Fehlerquellen nicht enthielt. Denn die Mischung wurde so gemacht, daß die eine Rohrhälfte mit einem Gase *A*, die andere mit dem Gase *B* gefüllt wurde, sodann wurde die Communication zwischen beiden Gasen hergestellt und so lange gewartet, bis sich beide Gase vollständig gleichförmig gemischt hatten; darauf wurde die Communication wieder unterbrochen, aus einer Rohrhälfte das nunmehrige Gemenge verdrängt und dieselbe mit einem der Gase *A* und *B* allein gefüllt, worauf die Diffusion vorgenommen werden konnte. Die Analyse war insofern einfacher, als nur von jenem Gase *A* (*B*) die Procente bestimmt werden mußten, das nicht auch das Gas *C* ist, weil nur für dieses Gas die Diffusion stattfindet.

II. Versuchsreihe: Das Gas *C* ist von den Gasen *A* und *B* verschieden und umfaßt die Versuche 6 bis 17. Als diffundirend kommen hiebei nur die Gase *A* und *B* in Betracht, da sich das Gas *C* bei Beginn der Diffusion im ganzen Diffusionsapparate schon gleichförmig ausgebreitet vorfindet.

Im Folgenden findet sich eine tabellarische Zusammenstellung der Versuche sammt den für die diffundirenden Gase gerechneten Diffusions-Constanten (-Geschwindigkeiten) *k*, wobei ich bemerke, daß ich in der von Herrn Prof. Loschmidt angegebenen Formel

$$k = \frac{0{\cdot}2217814(\log S - \log D) - 0{\cdot}02022862 + 0{\cdot}05743\left(\frac{D}{S}\right)^8}{\text{Zeit in Stunden}}$$

das dritte Glied im Zähler wegen seiner Kleinheit gar nicht in Rechnung gezogen habe.

Nummer des Versuchs	Bezeichnung des Diffusionsrohres	Verhältnisse vor der Diffusion			Diffusionszeit in Stunden	Mengungsverhältnisse nach der Diffusion			k für die diffundirenden Gase
		Procente der Gase A und B	Procente des Gases C	Temperatur in °C. Druck in Mm.		$\%CO_2$	$\%H$	$\%\Theta$	
1	Unteres	50Θ	50Θ	23·7	½		20·31		
	Oberes	50H	50Θ	745·5			29·03		H=0·293
2b	U	33·3...Θ	66·6...H	20·6	½			19·90	
	O	33·33...H	66·6...H	754·3				13·69	Θ=0·289
3	U	50CO_2	50CO_2	23·4	¾			12·15	
	O	50Θ	50CO_2	745·5				37·79	Θ=0·059
4	U	50CO_2	50H	22·8	½	34·14			
	O	50H	50H	747·2		15·81			CO_2=0·229
5	U	25CO_2	75H	24·6	½	17·38			
	O	25H	75H	747		8·22			CO_2=0·236
6	U	50CO_2	50Θ	21·8	½	36·20	19·74	44·07	CO_2=0·110
	O	50H	50Θ	750·3		13·48	29·89	56·62	H=0·265
7	U	50CO_2	50Θ	21·3	¾	33·62	22·21	44·17	CO_2=0·105
	O	50H	50Θ	750·8		15·85	27·66	56·49	H=0·257

8	U	$75CO_2$	25Θ	20·4	⅓	54·34	24·44	21·21	CO_2=0·167
	O	75H	25Θ	747·7		20·33	50·75	28·92	H=0·243
9	U	$75CO_2$	25Θ	20·6	⅔	48·14	31·38	20·48	CO_2=0·149
	O	75H	25Θ	754		26·56	43·14	30·31	H=0·236
10	U	50Θ	$50CO_2$	23·1	½	45·43	16·71	37·86	Θ=0·129
	O	50H	$50CO_2$	753·8		54·06	33·96	11·98	H=0·251
11	U	50Θ	$50CO_2$	20·0	¾	45·85	22·09	32·06	Θ=0·142
	O	50H	$50CO_2$	753·3		53·73	27·76	18·51	H=0·252
12	U	75Θ	$25CO_2$	24·0	½	21·14	25·68	53·18	Θ=0·188
	O	75H	$25CO_2$	750·7		28·77	49·6[3]	21·60	H=0·270
13	U	$25CO_2$	75H	23·9	⅓	19·10	74·49	6·41	CO_2=0·120
	O	25Θ	75H	753		5·78	75·31	18·91	Θ=0·143
14	U	$50CO_2$	50H	24·8	½	37·70	49·38	12·92	CO_2=0·094
	O	50Θ	50H	752·5		12·61	50·12	37·27	Θ=0·099
15 *a*	U	$50CO_2$	50H		1	32·39	49·69	17·92	CO_2=0·095
	O	50Θ	50H	24·6		17·31	50·23	[3]2·45	Θ=0·099
b	U	$50CO_2$	50H	750·2		32·41	49·68	17·91	CO_2=0·095
	O	50Θ	50H			17·37	50·18	32·45	Θ=0·099
16	U	$75CO_2$	25H	24·1	¾	55·13	24·26	20·61	CO_2=0·070
	O	75Θ	25H	752·8		19·89	25·05	55·06	Θ=0·074
17	U	$75CO_2$	25H	23·8	¾	49.48	24·27	26·25	CO_2=0·071
	O	75Θ	25H	750·5		25·31	25·12	49·57	Θ=0·075

Vergleicht man diese für die Diffusionsgeschwindigkeit k der zwei diffundirenden Gase gefundenen Werthe mit den von Prof. Loschmidt erhaltenen Werthen[1]), so ergeben sich folgende Sätze:

1. Ist das Gas C eines der Gase A und B, so wird die Diffusionsgeschwindigkeit der Gase A und B durch Beimengung des dritten Gases C nicht geändert.

2. Ist das C von den Gasen A und B verschieden, so wird

a) durch das dritte Gas die Diffusionsgeschwindigkeit der Gase A und B geändert, dies um so mehr, je mehr vom Gase C in jeder Rohrhälfte vorhanden ist, und zwar wird dieselbe

α) für die Gase A und B größer, wenn das Gas C specifisch leichter ist, als jedes der Gase A und B.

β) sie wird kleiner, wenn C specifisch schwerer ist als A und B, endlich

γ) für ein Gas größer, für's andere kleiner, wenn C bezüglich seines specifischen Gewichtes in der Mitte zwischen A und B liegt.

b) Während vor der Diffusion vom Gase C in jeder Rohrhälfte gleich viel vorhanden war, ist während der Diffusion dies nicht mehr der Fall, sondern befindet sich davon in der oberen Rohrhälfte ein plus.

Zu diesen Sätzen haben die im Eingange erwähnten theoretischen Betrachtungen des Herrn Prof. Stefan geführt. Die beiden

---

[1]) Er fand für Kohlensäure-Wasserstoff bei $t = 12{\cdot}3^\circ$ C. und $b = 756{\cdot}5$ Mm. $k = 0{\cdot}220$; für Wasserstoff-Sauerstoff bei $t = 13^\circ$ C. und $b = 744{\cdot}6$ Mm. $k = 0{\cdot}297$, und endlich für Kohlensäure-Sauerstoff bei $t = 13{\cdot}8^\circ$ C. und $b = 756{\cdot}5$ Mm. $k = 0{\cdot}056$.

ersten 1.) und 2. *a)* lassen sich überall äußerst scharf erkennen; das Gesetz 2. *b)* ist in den Versuchen 6—12, wo die specifischen Gewichte von *A* und *B* sehr stark verschieden waren, ebenfalls sehr deutlich ausgedrückt, weniger jedoch bei den Versuchen 13—17, wo *A* und *B* wenig verschieden waren, weßhalb auch für diese letzte Combination die meisten Versuche gemacht werden mußten.

XXIII. SITZUNG VOM 20. OCTOBER 1870.

Herr Prof. Dr. Oscar Schmidt dankt mit Schreiben vom 18. October l. J. für seine Wahl zum correspondirenden Mitgliede der Akademie.

Herr Dr. Ludwig Mandl aus Paris legt eine Abhandlung: „Über Brust- und Kopfstimme“ vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte. 1870. I. Heft 2—4. München; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXIX, Heft 3. Leipzig & Heidelberg, 1870; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 8. Jahrg., Nr. 20. Wien, 1870; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1821 (Bd. 76. 21). Altona, 1870; 4°.

Beobachtungen, Magnetische und meteorologische, auf der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1869. XXX. Jahrgang. Prag, 1870; 4°.

— Schweizerische meteorologische. September, October, November 1869. 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XXXVIII, Nrs. 151 & 152. Genève, Lausanne et Paris, 1870; 8°.

Denza, Francesco, Le stelle cadenti dei periodi di Novembre 1868 ed Agosto 1869 osservate in Piemonte ed in altre contrade d'Italia. Memoria V. e VI. Torino, 1870; 8°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. N. F. 3, Nr. 12. Wien, 1870; 8°.

— kais. russische geographische: Bericht. St. Petersburg, 1870; 8°. (Russisch.) — Übersicht der wichtigsten geographischen Arbeiten in Rußland im Jahre 1867 und 1868. St. Petersburg, 1870; 8°. (Russisch.)

Jahresbericht des physikalischen Central-Observatoriums zu St. Petersburg für 1869, St. Petersburg, 1870; 4°.

— Siehe auch Programme.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band II, 5. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

Leyton Astronomical Observations taken during the Years 1865—1869 at the Private Observatory of Joseph Gurney Barclay, Lyton, Essex. Vol. II. London, 1870; 4°.

Nature. Vol. II, Nr. 49. London, 1870; 4°.

Pest, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1869/70. 4° & 8°.

Programme und Jahresberichte der Gymnasien zu Bistritz, Brixen, Brünn, Capodistria, Eger, Essek, Feldkirch, Hermannstadt Iglau, Kronstadt, Böhm.-Leipa, Leoben, Marburg, Meran, Pilsen, Preßburg, Rosenau, Schäßburg, Trient, Vinkovci, Varasdin, des akademischen Gymnasiums und jenes zu den Schotten in Wien und des Obergymnasiums zu Zengg, sowie der Oberrealschule zu Böhm.-Leipa, der Landes-Unterreal- und Gewerbeschule zu Waidhofen a. d. Ybbs, der Oberrealschule am Hohenmarkt in Wien und des k. k. polytechnischen Institutes in Wien.

Regnault, V., Relation des expériences entreprises pour déterminer les lois et les données physiques nécessaires au calcul des machines à feu. Tome III. Paris, 1870; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen XX. Band. Jahrgang 1870, Juli-Heft. Wien; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 48. Wien, 1870; 4°.

Über die tägliche und jährliche Periode der relativen Feuchtigkeit in Wien.

Von **Hans Wittek**,
Assistenten an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Juli 1870.)

Da der Gang der Luftfeuchtigkeit, besonders in Österreich, nur selten noch Gegenstand eingehenderer Untersuchungen gewesen ist, so unternahm ich es die dieses meteorologische Element betreffenden Beobachtungen der k. k. Centralanstalt der Rechnung zu unterziehen und die Resultate derselben hiemit der Öffentlichkeit zu übergeben.

Das Materiale meiner Arbeit besteht aus den durch eine Reihe von 17 Jahren (1853—1869) an der k. k. Centralanstalt ausgeführten stündlichen Bestimmungen der relativen Feuchtigkeit und wurde mir von Herrn Director Dr. C. Jelinek gütigst bereits reducirt zur Verfügung gestellt. Die Zahlenwerthe der Feuchtigkeit sind nur für 9 Stunden des Tages aus directen Beobachtungen eines August'schen Psychrometers abgeleitet, für die fehlenden Stunden wurden dieselben nach den Angaben eines selbstregistrirenden Hygrometers interpolirt.

Die erste Aufgabe, die sich mir bei Inangriffnahme der Arbeit darbot, war die Bestimmung der Constanten, welche, nach Bessels Vorgange, die Darstellung jedes meteorologischen Elementes als periodische Function, abhängig von der Zeit, ermöglichen. Diese Constanten wurden für jeden der 12 Monate und für die Jahresgleichung gerechnet und sind in Taf. III meiner Arbeit zusammengestellt.

Auf Grundlage dieser Constanten leitete ich die Gleichungen der Feuchtigkeitscurve für die einzelnen Monate ab und berechnete den derselben entsprechenden Werth der Feuchtigkeit für jede einzelne Stunde. Taf. I enthält diese berechneten Werthe, die ich mit den beobachteten Werthen verglichen habe. In dieselbe Tafel habe ich auch eine zweite Darstellung der berechneten Werthe — durch die Abweichungen der den einzelnen Stunden

entsprechenden Feuchtigkeits-Grade vom 24stündigen Mittel — aufgenommen.

Die diesen Curven entsprechenden Wendepunkte habe ich in Taf. II zusammengestellt und wegen der bekannten Übereinstimmung dieser Extreme mit jenen der Temperatur die Zeitpunkte der Temperatur-Maxima und Minima angeschlossen. Diese Übereinstimmung von Feuchtigkeitsminimum und Temperaturmaximum einerseits, und von Feuchtigkeitsmaximum und Temperaturminimum andererseits, ist jedoch nach meinen Rechnungen nicht so ersichtlich, wie z. B. in Kreil's Klimatologie von Böhmen für den Horizont von Prag, welcher Umstand jedoch von localen Einflüssen herrühren dürfte. Besonders auffallend entfernen sich die Zeiten für das Temperaturminimum und Feuchtigkeitsmaximum in den Monaten November, December und Jänner; da jedoch die Feuchtigkeit in diesen Monaten in der Nähe des Maximums stundenlange nur geringe Änderungen erfährt, so dürfte diese Digression in der Unsicherheit des Feuchtigkeitsmaximums begründet sein. Der Gang der Feuchtigkeit ist hier so wenig ausgeprägt, daß er von allen möglichen Zufälligkeiten afficirt werden kann; vielleicht hat auch die Interpolation mit Hilfe des Autographen, die gerade in die Nachtstunden fällt, einen solchen Einfluß geübt.

Die täglichen Amplituden der Feuchtigkeit, in Percenten ausgedrückt, für die einzelnen Monate ergeben sich nach der Rechnung folgendermassen:

December	Jänner	Februar	März	April	Mai
8%	10%	14%	22%	29%	29%
Juni	**Juli**	**August**	**September**	**October**	**November**
27%	27%	30%	30%	25%	13%.

Das Gesetz der Zunahme dieser Amplituden vom Winter gegen den Sommer oder der Abnahme vom Sommer gegen den Winter springt sofort in die Augen, auch die Depression im Juni und Juli gegen die Nachbarmonate ist sehr bemerkbar. Diese Vergrößerung der täglichen Schwankungen der Feuchtigkeit kann nun, da die obere (Maximal-) Grenze das ganze Jahr hindurch sich nur wenig ändert, nur in einer Verschiebung der unteren (Minimal-) Grenze ihren Grund haben. Diese bedeutende Abnahme der Feuchtigkeit vom Winter gegen den

Sommer beruht ihrerseits wieder auf der Zunahme der Jahreswärme und ebenso muß die Verengung der Feuchtigkeitsschwankungen vom September gegen den Winter einem Erhöhen der Feuchtigkeitsminima durch das Abnehmen der Temperatur zugeschrieben werden.

Es bleibt nur noch übrig die in den Monaten Juni und Juli eintretende Depressung dieser Schwankung in's Auge zu fassen. Zur Erklärung dieser Erscheinung ist es wesentlich zu bemerken, daß auch die Maximalgrenze durch Zu- und Abnahme der Temperatur, gewissen wenngleich nur geringen, Änderungen unterworfen ist. So sehen wir sie vom Winter gegen den Sommer, vom December bis Juli von 86% bis 75% sinken, von da an gegen den Winter wieder steigen; der Grund dieser Erscheinung liegt in dem längeren Verweilen der Sonne über dem Horizonte, wodurch die Zeit für die nächtliche Strahlung und damit auch für die Steigerung der relativen Feuchtigkeit auf ein kleineres Maß beschränkt wird. Ein zweiter Grund der Abnahme der täglichen Amplitude der Feuchtigkeit im Hochsommer liegt darin, daß das Minimum der Feuchtigkeit nicht so tief herabsinkt wie im April und Mai, was den in den Sommermonaten zahlreichen feuchten und regenbringenden Winden zuzuschreiben sein dürfte.

Sehr deutlich ist dieß aus der graphischen Darstellung ersichtlich; die an die Jahrescurve angefügten punktirten Curven stellen die Maxima und Minima in den einzelnen Monaten dar. — Bekanntlich zeigt sich bei der Temperatur eine ähnliche Erscheinung.

In Taf. IV sind aus den 17jährigen Monatmitteln und den in Taf. III angegebenen Constanten die Tagesmittel der Feuchtigkeit von 15 zu 15 Tagen gerechnet und mit den beobachteten Werthen (Monatmitteln) verglichen. Bei näherer Betrachtung dieser Curve sieht man, daß derselben ein doppeltes Maximum und Minimum entspricht. Es fällt in den Monat Juni ein kleines Maximum, welches dem die Feuchtigkeit erhöhenden Westwinde zugeschrieben werden muß. Es stimmt diese Erscheinung vollständig mit dem Rückgange überein, den die Temperatur in ihrem jährlichen Gange um diese Zeit erfährt. Die Tage sowie die Werthe der Maxima, Minima und Mittelwerthe der Tagesmittel der Feuchtigkeit sind an Taf. IV angefügt. Die größte Amplitude der Jahrescurve beträgt 21%, der Unterschied zwischen der mittleren Feuchtigkeit der feuchtesten Stunde im December und der mittleren Feuchtigkeit der trockensten Stunde im April beträgt 39%.

Die der Abhandluug angefügten graphischen Darstellungen des jährlichen und täglichen Ganges der Feuchtigkeit, so wie die der Jahrescurve beigefügten Curven der täglichen Maxima und Minima für jeden einzelnen Monat, erleichtern die Übersicht der in den vier Tafeln gegebenen Zahlenwerthe. Ein verticaler Theilstrich des benützten Netzes in diesen graphischen Darstellungen hat den Werth von 2% der Feuchtigkeit.

Obwohl nun die Feuchtigkeit ein meteorologisches Element ist, welches am allermeisten localen Einflüssen ausgesetzt ist, so glaube ich dennoch meinen Rechnungen mehr als locale Geltung beimessen zu dürfen. Nachdem ich nämlich den Unterschied zwischen dem 24stündigem Mittel und dem der Combination XVIII^h II^h X^h entsprechenden Mittel für die einzelnen Monate gebildet und diese Differenzen mit den entsprechenden, nach Kreil's Angaben für Prag gerechneten, verglichen hatte, zeigte sich mir nur ein höchst unbedeutender Unterschied zwischen Wien und Prag.

Nach dem Vorgange, welchen H. Director Dr. Carl Jelinek für die Berücksichtigung der täglichen Änderungen der Temperatur eingeschlagen hat, rechnete ich auch für die Feuchtigkeit Constanten, welche zum Überführen eines einer beliebigen Stundencombination entsprechenden Mittels auf das wahre 24stündige dienen. Diese Constanten erhält man, wenn man die Abweichung des Mittels der gewählten Stundencombination vom 24stündigen Mittel... C dividirt durch die Summe der Differenzen D zwischen der Feuchtigkeit, welche der Morgen- und Mittagsstunde einerseits und der Mittags- und Abendstunde andererseits entspricht.

Für Wien und für Prag sind diese Constanten $\frac{C}{D}$ für die Combination XVIII^h II^h X^h.

	December	Jänner	Februar	März	April	Mai
Wien	−0·031	−0·037	−0·014	+0·004	+0·018	+0·023
Prag	−0·029	−0·038	−0·008	0·000	+0·025	+0·025

	Juni	Juli	August	September	October	November
Wien	+0·021	+0·027	+0·018	+0·008	−0·007	−0·026
Prag	+0·026	+0·030	+0·024	0·000	−0·018	−0·031

Diese wirklich fast vollkommene Übereinstimmung der Constanten bestätigt die Hypothese, nach welcher die Differenzen zwischen dem aus einer Combination gewonnenen Mittel und dem wahren Mittel sich so verhalten, wie die Summe der Differenzen aus den Feuchtigkeitswerthen zur Morgen- und Mittagstunde einerseits und zur Mittag- und Abendstunde andererseits, daß also

$$C : C' = D : D' \text{ oder } \frac{C}{D} = \frac{C'}{D'},$$

oder $\frac{C}{D}$ constant ist.

Wie aus den angegebenen Zahlenwerthen ersichtlich, gilt dieß für Wien und Prag wirklich und ich glaube dieß auch auf alle Stationen Österreichs, die nicht ein ausgesprochen maritimes Klima haben, ausdehnen zu dürfen.

Ich berechnete daher diese Constanten $\frac{C}{D}$ für alle häufig vorkommenden Stundencombinationen (Taf. V). Wenn man dieselben nun mit dem entsprechenden D' (der Summe der Differenzen der Feuchtigkeit) multiplicirt, so erhält man die Correction, die an die aus der gegebenen Stundencombination abgeleitete Feuchtigkeit anzubringen ist, um das wahre Mittel zu erhalten.

Beispiel: Die Beobachtungen in Brünn ergeben im Juni 1870 für die Stunde XVIII die relative Feuchtigkeit 79·8

„	„	„	II	„ „ „	49·6
„	„	„	X	„ „ „	74·1
			Mittel aus XVIII, II, X		67·83
				XVIII—II =	30·2
				II—X =	24·5
				D' =	54·7

Aus Taf. V folgt für die Combination XVIII^h, II^h, X^h im Juni

$$\frac{C}{D} = 0{\cdot}021.$$

$$C = \frac{C}{D} \cdot D' = 0{\cdot}021 \times 54{\cdot}7 = 1{\cdot}15$$

somit das wahre (24 stündige) Mittel

$$67{\cdot}83 + 1{\cdot}15 = 68{\cdot}98.$$

Zum Schluße erlaube ich mir noch die Werthe der relativen Feuchtigkeit an einigen wichtigeren Stationen nach den Jahreszeiten mitzutheilen:

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Krakau	91·7	77·2	77·0	85·3	82·2
Klagenfurt	89·9	76·3	76·0	87·6	82·1
Greenwich	85·7	79·3	76·6	85·8	81·8
Utrecht	89·3	74·2	76·3	85·3	81·3
Kremsmünster	93·0	74·5	71·2	85·2	81·0
Lemberg	87·1	75·4	73·0	80·4	80·0
Prag	83·3	70·6	67·1	79·1	75·0
Hermannstadt	84·7	68·6	70·2	72·6	74·0
Orenburg	92·9	74·6	56·8	68·5	73·2
Wien	82·1	66·2	63·9	75·3	71·9
Pest	80·1	64·7	63·0	71·5	70·0.

Die Zusammenstellung ist nach der Größe des Jahresmittels erfolgt. Faßt man die Vertheilung der Feuchtigkeit im Sommer in's Auge und überlegt, daß im Gebirge die Feuchtigkeit eine erhöhte ist, so ergibt sich im Allgemeinen, daß die Feuchtigkeit von Westen nach Osten gegen das Innere des Continentes abnimmt.

Greenwich	85·8
Utrecht	85·3
Kremsmünster	71·2
Wien	63·9
Orenburg	56·8.

Freilich wird dieser Gang hie und da etwas undeutlich hervortreten, so hat z. B. das östlichere Lemberg 73·0, das westlichere Kremsmünster nur 71·2, allein solche Schwankungen, innerhalb geringer Grenzen, dürften stets durch locale Umstände hervorgerufen werden.

Taf. I.

December					Jänner				
Stunde	Beobachtung	Gleichung	Gl.-Beobachtung	Abw. v. Mittel	Stunde	Beobachtung	Gleichung	Gl.-Beobachtung	Abw. v. Mittel
0	79·3	79·09	−0·21	−4·64	0	78·2	78·39	+0·19	−5·06
I	77·9	78·06	+0·16	−5·67	I	77·0	76·87	−0·13	−6·58
II	77·8	77·97	+0·17	−5·76	II	76·2	76·49	+0·29	−6·96
III	78·8	78·81	+0·01	−4·92	III	77·4	77·33	−0·07	−6·12
IV	80·4	80·29	−0·11	−3·44	IV	79·2	79·06	−0·14	−4·39
V	82·1	81·97	−0·13	−1·76	V	81·1	81·11	+0·01	−2·34
VI	83·5	83·44	−0·06	−0·29	VI	83·0	82·95	−0·05	−0·50
VII	84·3	84·50	+0·20	+0·77	VII	84·1	84·21	+0·11	+0·76
VIII	85·0	85·15	+0·15	+1·41	VIII	84·8	84·92	+0·12	+1·47
IX	85·6	85·54	−0·06	+1·81	IX	85·3	85·27	−0·03	+1·82
X	86·1	85·84	−0·26	+2·11	X	85·7	85·53	−0·17	+2·08
XI	86·2	86·14	−0·06	+2·41	XI	85·9	85·86	−0·04	+2·41
XII	86·2	86·39	+0·19	+2·66	XII	86·3	86·23	−0·07	+2·78
XIII	86·3	86·51	+0·21	+2·78	XIII	86·4	86·52	+0·12	+3·07
XIV	86·3	86·47	+0·17	+2·74	XIV	86·5	86·60	+0·10	+3·15
XV	86·2	86·31	+0·11	+2·57	XV	86·5	86·49	−0·01	+3·04
XVI	86·2	86·13	−0·07	+2·40	XVI	86·5	86·31	−0·19	+2·86
XVII	86·1	86·04	−0·06	+2·31	XVII	86·3	86·22	−0·08	+2·77
XVIII	85·9	85·91	+0·01	+2·18	XVIII	86·3	86·24	−0·06	+2·79
XIX	85·8	85·86	+0·06	+2·13	XIX	85·9	86·20	−0·30	+2·75
XX	85·5	85·34	−0·16	+1·61	XX	85·8	85·79	−0·01	+2·34
XXI	84·3	84·27	−0·03	−0·54	XXI	84·7	84·73	+0·03	+1·28
XXII	82·8	82·66	−0·13	−1·08	XXII	83·1	82·90	−0·20	−0·55
XXIII	81·0	80·78	−0·22	−2·95	XXIII	80·6	80·61	−0·01	−2·74
		$m.\ f = 0·16$					$m.\ f = 0·15$		

Februar					März				
0	73·0	72·51	−0·49	−6·57	0	62·0	61·93	−0·07	− 9·45
I	70·8	70·55	−0·25	−8·53	I	59·5	59·38	−0·12	−12·10
II	69·5	69·85	+0·35	−9·23	II	58·2	58·19	−0·01	−13·29
III	70·5	70·50	0·00	−8·57	III	59·0	58·51	−0·49	−12·97
IV	72·1	72·24	+0·14	−6·84	IV	60·0	60·17	−0·17	−11·31
V	74·4	74·67	+0·27	−4·41	V	62·5	62·84	+0·34	− 8·64
VI	77·3	76·96	−0·34	−2·12	VI	66·4	66·05	−0·35	− 5·43
VII	79·1	79·03	−0·07	−0·05	VII	69·3	69·33	+0·03	− 2·15

Stunde	Beobachtung	Gleichung	Gl.-Beobachtung	Abw. v. Mittel	Stunde	Beobachtung	Gleichung	Gl.-Beobachtung	Abw. v. Mittel
VIII	80·5	80·54	+0·04	+1·46	VIII	72·1	72·26	+0·16	+0·78
IX	81·3	81·45	+0·15	+2·37	IX	74·7	74·56	—0·14	+3·08
X	82·1	82·14	+0·04	+3·06	X	75·8	76·28	+0·48	+4·80
XI	82·5	82·61	+0·11	+3·53	XI	76·7	77·02	+0·32	+5·54
XII	82·9	82·75	—0·15	+3·67	XII	77·6	77·52	—0·08	+6·04
XIII	83·0	83·03	+0·03	+3·95	XIII	78·0	77·91	—0·09	+6·43
XIV	83·1	83·11	+0·01	+4·03	XIV	78·9	78·62	—0·28	+7·14
XV	83·3	83·33	+0·03	+4·25	XV	79·3	79·16	—0·14	+7·68
XVI	83·6	83·62	+0·02	+4·54	XVI	79·8	79·96	+0·16	+8·48
XVII	83·9	83·83	—0·07	+4·75	XVII	80·3	80·52	+0·22	+9·04
XVIII	83·9	84·10	+0·20	+5·02	XVIII	80·6	80·42	—0·18	+8·94
XIX	84·1	83·80	—0·30	+4·72	XIX	79·5	79·31	—0·19	+7·83
XX	83·1	82·81	—0·29	+3·73	XX	77·0	77·03	—0·03	+5·55
XXI	80·9	81·04	+0·14	+1·96	XXI	73·5	73·69	+0·19	+2·21
XXII	77·8	78·32	+0·52	—0·76	XXII	69·3	69·50	+0·20	—1·98
XXIII	75·2	75·31	+0·11	—3·77	XXIII	65·5	65·54	+0·04	—5·94
		$m.\ f = 0·26$					$m.\ f = 0·26$		

April					Mai				
0	51·6	51·74	+0·14	—11·21	0	52·4	52·54	+0·14	—12·22
I	49·2	49·46	+0·26	—13·50	I	50·5	50·62	+0·12	—14·14
II	48·1	48·15	+0·05	—14·81	III	49·4	49·51	+0·11	—15·26
III	48·1	47·84	—0·26	—15·11	II	49·6	49·26	—0·34	—15·50
IV	48·6	48·61	+0·01	—14·34	IV	50·3	50·14	—0·16	—14·62
V	50·3	50·61	+0·31	—12·34	V	52·1	52·26	+0·16	—12·50
VI	53·9	53·68	—0·22	— 9·27	VI	55·6	55·65	+0·05	— 9·11
VII	58·1	57·52	—0·58	— 5·43	VII	59·8	59·90	+0·10	— 4·86
VIII	61·9	61·57	—0·33	— 1·38	VIII	64·7	64·44	—0·26	— 0·32
IX	65·0	65·21	+0·21	+ 2·25	IX	68·4	68·55	+0·15	+ 3·79
X	67·7	68·03	+0·33	+ 5·07	X	71·6	71·60	+0·00	+ 6·84
XI	69·5	69·95	+0·45	+ 6·99	XI	73·4	73·58	+0·18	+ 8·81
XII	71·2	71·23	+0·03	+ 8·27	XII	74·6	74·71	+0·11	+ 9·95
XIII	72·6	72·31	—0·29	+ 9·35	XIII	75·7	75·57	—0·13	+10·80
XIV	73·8	73·52	—0·28	+10·57	XIV	76·7	76·45	—0·25	+11·68
XV	74·6	74·87	+0·27	+11·91	XV	77·3	77·36	+0·06	+12·59
XVI	75·3	76·00	+0·70	+13·05	XVI	77·8	78·04	+0·23	+13·27
XVII	76·1	76·25	+0·15	+13·29	XVII	77·8	77·58	—0·22	+12·81
XVIII	76·5	75·17	—1·34	+12·21	XVIII	76·8	76·15	—0·65	+11·39
XIX	72·8	72·53	—0·27	+ 9·58	XIX	72·7	72·98	+0·28	+ 8·21

Stunde	Beobachtung	Gleichung	Gl.-Beobachtung	Abw. v. Mittel
XX	68·1	68·58	+0·48	+5·62
XXI	63·7	63·90	+0·20	+0·94
XXII	59·1	59·18	+0·08	−3·77
XXIII	55·1	55·01	−0·09	−7·94
		$m.\ f = 0·47$		

Stunde	Beobachtung	Gleichung	Gl.-Beobachtung	Abw. v. Mittel
XX	68·5	68·66	+0·16	+3·90
XXI	63·7	63·89	+0·19	−0·87
XXII	59·5	60·38	−0·12	−4·39
XXIII	55·5	55·45	−0·05	−9·32
		$m.\ f = 0·25$		

Juni

0	52·3	52·41	+0·11	−11·19
I	50·0	50·60	+0·60	−12·99
II	49·1	49·47	+0·37	−14·12
III	49·6	49·09	−0·51	−14·51
IV	50·0	49·66	−0·34	−13·94
V	51·8	51·44	−0·36	−12·16
VI	54·4	54·50	+0·10	− 9·10
VII	57·6	58·54	+0·94	− 5·06
VIII	63·1	62·99	−0·11	− 0·61
IX	67·5	67·12	−0·38	+ 3·52
X	70·9	70·37	−0·53	+ 6·77
XI	72·3	72·52	+0·22	+ 8·92
XII	73·5	73·77	+0·27	+10·17
XIII	74·4	74·53	+0·13	+10·93
XIV	75·3	75·17	−0·13	+11·57
XV	75·7	75·74	+0·04	+12·14
XVI	76·1	76·00	−0·10	+12·40
XVII	75·8	75·45	−0·35	+11·85
XVIII	74·4	73·71	−0·69	+10·11
XIX	70·0	70·72	+0·72	+ 7·12
XX	66·4	66·77	+0·37	+ 3·17
XXI	62·6	62·44	−0·16	− 1·16
XXII	58·8	58·37	−0·43	− 5·23
XXIII	55·5	54·98	−0·52	− 8·62
		$m.\ f = 0·54$		

Juli

0	50·8	50·66	−0·14	−11·76
I	48·8	49·13	+0·33	−13·29
II	48·1	48·29	+0·19	−14·13
III	48·0	48·13	+0·13	−14·28
IV	48·9	48·52	−0·38	−13·89
V	50·1	50·06	−0·04	−12·35
VI	52·8	52·88	+0·08	− 9·53
VII	56·4	56·81	+0·41	− 5·60
VIII	61·5	61·34	−0·16	− 1·07
IX	65·9	65·68	−0·22	+ 3·26
X	69·3	69·12	−0·18	+ 6·71
XI	71·2	71·36	+0·16	+ 8·75
XII	72·4	72·59	+0·19	+10·18
XIII	73·4	73·29	−0·11	+10·87
XIV	74·1	73·93	−0·16	+11·52
XV	74·6	74·70	+0·10	+12·28
XVI	75·0	75·28	+0·28	+12·87
XVII	75·1	75·09	−0·01	+12·67
XVIII	74·3	73·53	−0·77	+11·11
XIX	69·8	70·44	+0·64	+ 8·02
XX	66·0	66·10	+0·10	+ 3·68
XXI	61·2	61·25	+0·05	− 1·16
XXII	57·2	56·74	−0·46	− 5·68
XXIII	53·1	53·15	+0·05	− 9·27
		$m.\ f = 0·33$		

August					September				
Stunde	Beobachtung	Gleichung	Gl.-Beobachtung	Abw. v. Mittel	Stunde	Beobachtung	Gleichung	Gl.-Beobachtung	Abw. v. Mittel
0	54·2	54·32	+0·12	−11·54	0	56·7	56·41	−0·29	−12·47
I	51·7	51·81	+0·11	−14·05	I	53·8	53·66	−0·14	−15·23
II	50·0	50·15	+0·15	−15·72	II	52·3	52·24	−0·06	−16·65
III	49·8	49·53	−0·27	−16·34	III	52·5	52·41	−0·09	−16·48
IV	50·4	50·22	−0·18	−15·64	IV	53·6	54·32	+0·72	−14·57
V	52·4	52·42	+0·02	−13·44	V	56·0	56·07	+0·07	−12·82
VI	55·6	56·03	+0·43	− 9·84	VI	61·4	60·86	−0·54	− 8·03
VII	60·6	60·56	−0·04	− 5·30	VII	65·9	65·27	−0·62	− 3·61
VIII	65·5	65·28	−0 22	− 0·59	VIII	69·6	69·45	−0·15	+ 0·56
IX	69·3	69·40	+0·10	+ 3·54	IX	72·3	72·81	+0·51	+ 3·92
X	72·6	72·44	−0·12	+ 6·57	X	74·9	74·69	−0·21	+ 5·80
XI	74·3	74·35	+0·05	+ 8·48	XI	76·2	76·47	+0·27	+ 7·56
XII	75·5	75·47	−0·03	+ 9·61	XII	77·5	77·30	−0·19	+ 8·42
XIII	76·1	76·34	+0·24	+10·48	XIII	78·6	78·21	−0·39	+ 9·32
XIV	77·7	77·32	−0·38	+11·46	XIV	79·5	79·18	−0·42	+10·29
XV	78·3	78·41	+0·11	+12·54	XV	80·2	80·47	+0·27	+11·58
XVI	78·8	79·19	+0·39	+13·32	XVI	80·9	82·00	+1·10	+13·12
XVII	79·0	79·07	+0·07	+13·21	XVII	81·5	81·92	+0·42	+13·03
XVIII	78·5	77·64	−0·86	+11·78	XVIII	82·0	80·98	−1·02	+11·09
XIX	74·5	74·75	+0·25	+ 8·88	XIX	78·8	78·51	−0·29	+ 9·62
XX	70·4	70·72	+0·32	+ 4·85	XX	74·4	74·69	+0·29	+ 5·80
XXI	66·0	66·20	+0·20	+ 0·34	XXI	69·7	69·96	+0·26	+ 1·08
XXII	61·8	61·62	−0·18	− 4·25	XXII	64·9	64·54	−0·36	− 4·35
XXIII	57·8	57·61	−0·19	− 8·25	XXIII	60·1	60·29	+0·19	− 8·60
		$m.\ f = 316$					$m.\ f = 0·53$		

October					November				
0	65·4	65·00	−0·40	−11·15	0	74·2	73·80	−0·40	−6·42
I	62·4	62·04	−0·36	−14·11	I	72·1	72·31	+0·21	−7·91
II	60·8	60·86	+0·06	−15·29	II	71·6	72·09	+0·49	−8·13
III	61·4	61·63	+0·23	−14·52	III	73·0	73·67	+0·67	−6·55
IV	63·4	64·09	+0·69	−12·06	IV	75·0	75·06	−0·14	−5·16
V	67·6	67·64	+0·04	− 8·50	V	77·7	77·32	−0·38	−2·90
VI	72·5	71·56	−0·94	− 4·59	VI	79·8	79·36	−0·44	−0·86
VII	75·3	75·17	−0·13	− 0·97	VII	80·8	80·85	+0·05	+0·63
VIII	77·7	78·04	+0·34	+ 1·90	VIII	81·6	81·80	+0·20	+1·58
IX	79·7	80·06	+0·36	+ 3·92	IX	82·3	81·83	−0·47	+1·61

Stunde	Beobachtung	Gleichung	Gl.-Beobachtung	Abw. v. Mittel	Stunde	Beobachtung	Gleichung	Gl.-Beobachtung	Abw. v. Mittel
X	81·3	81·32	+0·02	+5·18	X	83·0	82·83	−0·17	+2·61
XI	82·2	82·10	+0·01	+5·95	XI	83·3	83·29	−0·01	+3·07
XII	82·8	82·65	−0·15	+6·50	XII	83·4	83·76	+0·36	+3·54
XIII	83·5	83·25	−0·25	+7·10	XIII	83·8	84·12	+0·32	+3·90
XIV	84·0	83·92	−0·08	+7·77	XIV	84·6	84·30	−0·30	+4·08
XV	84·5	84·66	+0·16	+8·51	XV	84·1	84·85	+0·75	+4·63
XVI	85·0	85·32	+0·32	+9·17	XVI	84·2	84·21	+0·01	+3·99
XVII	85·2	85·65	+0·45	+9·51	XVII	84·2	84·11	−0·08	+3·89
XVIII	86·1	85·36	−0·74	+9·21	XVIII	84·1	83·97	−0·13	+3·75
XIX	84·5	84·13	−0·37	+7·98	XIX	84·3	83·59	−0·71	+3·36
XX	81·7	81·75	+0·06	+5·61	XX	82·6	82·69	+0·09	+2·47
XXI	77·8	78·24	+0·44	+2·09	XXI	80·7	80·53	−0·17	+0·30
XXII	73·5	73·86	+0·36	−2·29	XXII	78·5	78·78	+0·28	−1·44
XXIII	69·2	69·19	−0·01	−6·96	XXIII	76·2	76·16	−0·04	−4·06
	$m.\ f = 0{\cdot}44$					$m.\ f = 0{\cdot}41.$			

Taf. II.

Minima und Maxima der relativen Feuchtigkeit.

Monat	Größe des		Datum des		Δ	Datum des		Δ
	Max.	Min.	Max. d. Feucht.	Min. d. Temp.		Min. d. Feucht.	Max. d. Temp.	
December	86·52	77·90	13h 22m	18h 49m	5h 27m	1h 30m	2h 2m	0h 32m
Jänner	86·61	76·48	13 52	18 11	4 19	1 52	2 5	0 13
Februar	84·10	69·85	18 15	18 22	0 7	2 10	2 24	0 24
März	80·58	58·12	17 22	17 36	0 14	2 15	2 43	0 28
April	76·29	47·78	16 45	16 52	0 7	3 15	3 8	0 7
Mai	78·05	49·23	16 7	16 18	0 11	2 45	3 17	0 32
Juni	76·00	49·09	15 52	15 53	0 1	3 0	3 29	0 29
Juli	75·29	48·11	16 7	16 20	0 13	2 45	3 35	0 50
August	79·26	49·53	16 15	16 41	0 26	3 0	3 29	0 29
September	82·11	52·12	16 22	17 4	0 42	2 30	2 33	0 3
October	85·66	60·85	17 7	17 39	0 32	2 7	2 15	0 8
November	84·86	72·00	15 7	18 18	3 11	1 45	2 2	0 17

Taf. III.

Constanten der Gleichungen für die Feuchtigkeitscurven.

Monat	M	p_1	p_2	p_3	v_1	v_2	v_3
December	83·732	3·797	1·536	0·534	242°42'0	220 16'8	211° 2'0
Jänner	83·450	4·364	1·916	0·738	237 28·2	216 30·8	199 17·7
Februar	79·080	6·310	2·602	0·433	231 24·2	213 46·6	205 51·2
März	71·480	10·463	3·173	0·133	227 22·0	213 34·5	214 50·0
April	62·955	14·000	2·171	0·841	224 54·8	222 36·4	9 35·0
Mai.....	64·765	14·641	1·806	1·012	230 43·6	218 3·1	14 11·3
Juni	63·600	13·926	1·286	0·943	231 22·3	203 15·6	12 7·4
Juli.....	62·416	14·253	1·314	1·235	230 22·0	216 57·0	0 32·1
August	65·866	14·803	2·133	0·961	227 51·0	207 0·0	24 16·0
September....	68·888	14·316	3·220	0·612	228 23·9	219 3·0	25 3·3
October.....	76·146	11·379	3·791	0·300	230 45·2	217 46·5	184 25·3
November	80·221	5·517	2·082	0·656	238 20·0	223 47·6	205 28·2
Jahresgleichung.	71·908	10·850	1·981	1·158	115 16·6	120 40·0	25 27·6

Taf. IV.

Jahresgleichung der relativen Feuchtigkeit.

Dat.	Beob.	Gl.	Gl.-B.	Abw. v. Mittel	Dat.	Beob.	Gl.	Gl.-B.	Abw. v. Mittel
Dec. 1		82·05		+10·14	Juni 1		63·78		−8·11
15	83·73	83·42	−0·31	+11·51	15	63·60	63·86	+0·26	−8·05
Jän. 1		84·19		+12·28	Juli 1		63·59		−8·32
15	83·45	83·83	+0·38	+11·92	15	62·42	63·19	+0·77	−8·72
Febr. 1		82·26		+10·35	Aug. 1		63·50		−8·41
15	79·08	79·12	+0·04	+ 7·21	15	65·87	64·65	−1·21	−7·24
März 1		74·95		+ 3·04	Sept. 1		66·85		−5·06
15	71·48	70·58	−0·90	− 1·33	15	68·89	69·78	+0·90	−2·12
April 1		66·90		− 5·00	Oct. 1		72·95		+1·04
15	62·95	64·62	+1·67	− 7·28	15	76·15	75·79	+0·35	+3·88
Mai 1		63·53		− 8·38	Nov. 1		78·35		+6·44
15	64·76	63·50	−1·26	− 8·40	15	80·22	80·36	+0·14	+8·45

$m.\ f = 1·21.$

Maxima und Minima der Jahresgleichung.

Maximum		Minimum	
Werth	Datum	Werth	Datum
84·24	Jänner 5	63·44	Mai 8
63·87	Juni 11	63·04	Juli 19

Mittelwerth 71·91, März 11 u. September 26

Stunde	Beobachtung	Gleichung	Gl.-Beobachtung	Abw. v. Mittel	Stunde	Beobachtung	Gleichung	Gl.-Beobachtung	Abw. v. Mittel
X	81·3	81·32	+0·02	+5·18	X	83·0	82·83	−0·17	+2·61
XI	82·2	82·10	+0·01	+5·95	XI	83·3	83·29	−0·01	+3·07
XII	82·8	82·65	−0·15	+6·50	XII	83·4	83·76	+0·36	+3·54
XIII	83·5	83·25	−0·25	+7·10	XIII	83·8	84·12	+0·32	+3·90
XIV	84·0	83·92	−0·08	+7·77	XIV	84·6	84·30	−0·30	+4·08
XV	84·5	84·66	+0·16	+8·51	XV	84·1	84·85	+0·75	+4·63
XVI	85·0	85·32	+0·32	+9·17	XVI	84·2	84·21	+0·01	+3·99
XVII	85·2	85·65	+0·45	+9·51	XVII	84·2	84·11	−0·08	+3·89
XVIII	86·1	85·36	−0·74	+9·21	XVIII	84·1	83·97	−0·13	+3·75
XIX	84·5	84·13	−0·37	+7·98	XIX	84·3	83·59	−0·71	+3·36
XX	81·7	81·75	+0·06	+5·61	XX	82·6	82·69	+0·09	+2·47
XXI	77·8	78·24	+0·44	+2·09	XXI	80·7	80·53	−0·17	+0·30
XXII	73·5	73·86	+0·36	−2·29	XXII	78·5	78·78	+0·28	−1·44
XXIII	69·2	69·19	−0·01	−6·96	XXIII	76·2	76·16	−0·04	−4·06
		$m.\ f = 0·44$					$m.\ f = 0·41.$		

Taf. II.

Minima und Maxima der relativen Feuchtigkeit.

Monat	Größe des		Datum des		Δ	Datum des		Δ
	Max.	Min.	Max. d. Feucht.	Min. d. Temp.		Min. d. Feucht.	Max. d. Temp.	
December	86·52	77·90	13ʰ 22ᵐ	18ʰ 49ᵐ	5ʰ 27ᵐ	1ʰ 30ᵐ	2ʰ 2ᵐ	0ʰ 32ᵐ
Jänner	86·61	76·48	13 52	18 11	4 19	1 52	2 5	0 13
Februar	84·10	69·85	18 15	18 22	0 7	2 10	2 24	0 24
März	80·58	58·12	17 22	17 36	0 14	2 15	2 43	0 28
April	76·29	47·78	16 45	16 52	0 7	3 15	3 8	0 7
Mai	78·05	49·23	16 7	16 18	0 11	2 45	3 17	0 32
Juni	76·00	49·09	15 52	15 53	0 1	3 0	3 29	0 29
Juli	75·29	48·11	16 7	16 20	0 13	2 45	3 35	0 50
August	79·26	49·53	16 15	16 41	0 26	3 0	3 29	0 29
September	82·11	52·12	16 22	17 4	0 42	2 30	2 33	0 3
October	85·66	60·85	17 7	17 39	0 32	2 7	2 15	0 8
November	84·86	72·00	15 7	18 18	3 11	1 45	2 2	0 17

Taf. III.

Constanten der Gleichungen für die Feuchtigkeitscurven.

Monat	M	p_1	p_2	p_3	v_1	v_2	v_3
December	83·732	3·797	1·536	0·534	242°42'0	220°16'8	211° 2'0
Jänner	83·450	4·364	1·916	0·738	237 28·2	216 30·8	199 17·7
Februar	79·080	6·310	2·602	0·433	231 24·2	213 46·6	205 51·2
März	71·480	10·463	3·173	0·133	227 22·0	213 34·5	314 50·0
April	62·955	14·000	2·171	0·841	224 54·8	222 36·4	9 35·0
Mai.....	64·765	14·641	1·806	1·012	230 43·6	218 3·1	14 11·3
Juni	63·600	13·926	1·286	0·943	231 22·3	203 15·6	12 7·4
Juli.....	62·416	14·253	1·314	1·235	230 22·0	216 57·0	0 32·1
August	65·866	14·803	2·133	0·961	227 51·0	207 0·0	24 16·0
September....	68·888	14·316	3·220	0·612	228 23·9	219 3·0	25 3·3
October.....	76·146	11·379	3·791	0·300	230 45·2	217 46·5	184 35·3
November	80·221	5·517	2·082	0·656	238 20·0	213 47·6	205 28·2
Jahresgleichung.	71·908	10·850	1·981	1·158	115 16·6	120 40·0	25 27·6

Taf. IV.

Jahresgleichung der relativen Feuchtigkeit.

Dat.	Beob.	Gl.	Gl.-B.	Abw. v. Mittel	Dat.	Beob.	Gl.	Gl.-B.	Abw. v. Mittel
Dec. 1		82·05		+10·14	Juni 1		63·78		—8·11
15	83·73	83·42	—0·31	+11·51	15	63·60	63·86	+0·26	—8·05
Jän. 1		84·19		+12·28	Juli 1		63·59		—8·32
15	83·45	83·83	+0·38	+11·92	15	62·42	63·19	+0·77	—8·72
Febr. 1		82·26		+10·35	Aug. 1		63·50		—8·41
15	79·08	79·12	+0·04	+ 7·21	15	65·87	64·65	—1·21	—7·24
März 1		74·95		+ 3·04	Sept. 1		66·85		—5·06
15	71·48	70·58	—0·90	— 1·33	15	68·89	69·78	+0·90	—2·12
April 1		66·90		— 5·00	Oct. 1		72·95		+1·04
15	62·95	64·62	+1·67	— 7·28	15	76·15	75·79	+0·35	+3·88
Mai 1		63·53		— 8·38	Nov. 1		78·35		+6·44
15	64·76	63·50	—1·26	— 8·40	15	80·22	80·36	+0·14	+8·45

$m.\ f = 1·21.$

Maxima und Minima der Jahresgleichung.

Maximum		Minimum	
Werth	Datum	Werth	Datum
84·24	Jänner 5	63·44	Mai 8
63·87	Juni 11	63·04	Juli 19

Mittelwerth 71·91, März 11 u. September 26

Taf. V.

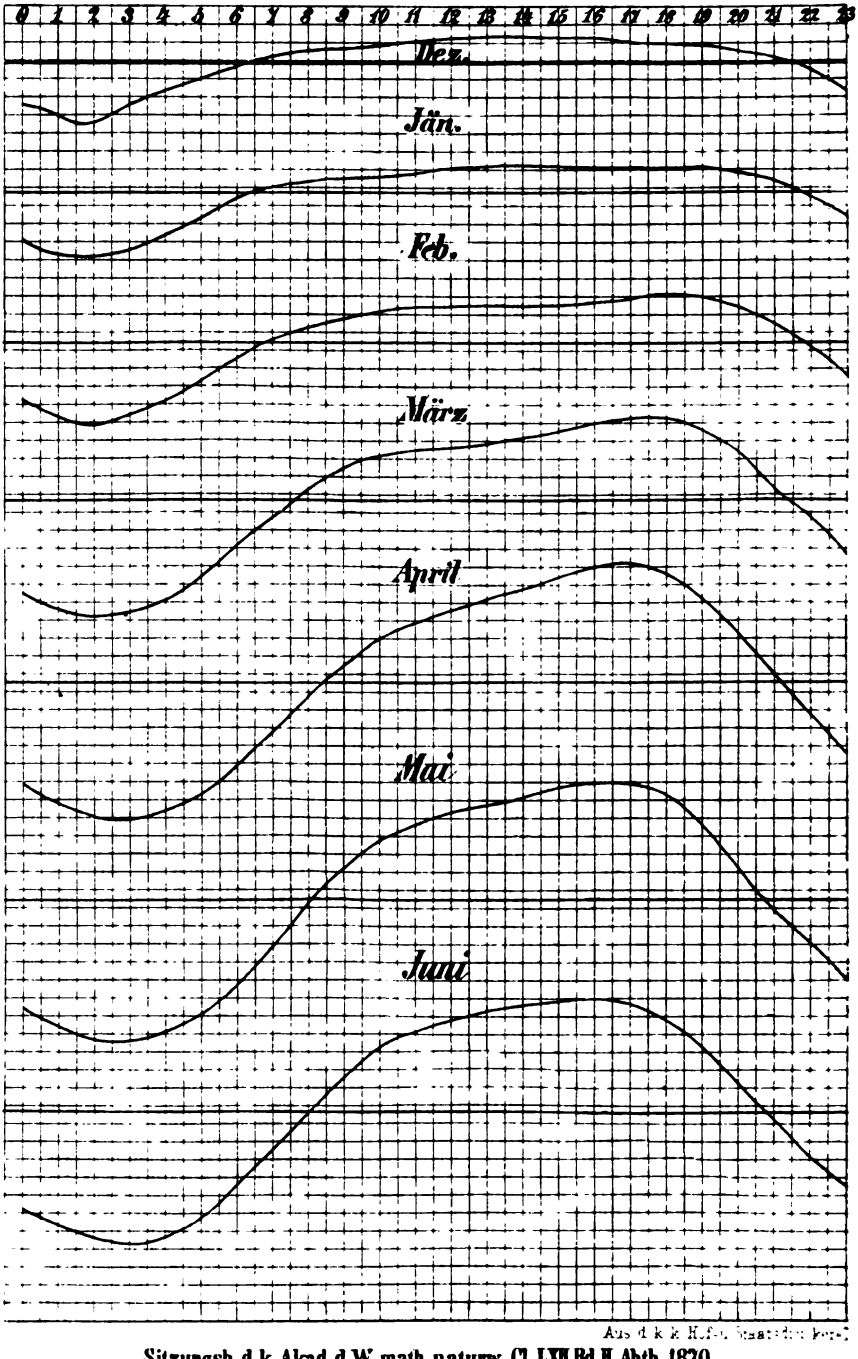
Correctionen zur Zurückführung der aus verschiedenen Combinationen abgeleiteten Feuchtigkeitsmittel auf wahre (24stündige).

Monat	$17^h\ 2^h\ 9^h$			$17^h\ 2^h\ 10$			$18^h\ 2^h\ 9^h$		
	C	*D*	*C/D*	*C*	*D*	*C/D*	*C*	*D*	*C/D*
Decemb.	0·791	15·642	−0·035	0·446	15·946	−0·028	0·592	15·508	−0·038
Jänner	0·704	18·508	−0·043	0·703	18·770	−0·038	0·785	18·506	−0·042
Februar	0·392	25·567	−0·028	0·481	26·264	−0·018	0·581	25·835	−0·023
März	0·247	38·694	+0·010	0·184	40·422	+0·005	0·425	38·596	−0·011
April	0·447	45·169	+0·005	1·186	47·977	+0·025	0·113	44·088	−0·002
Mai	0·416	47·112	+0·009	1·464	50·163	+0·029	0·027	45·689	0·000
Juni	0·602	43·622	+0·009	1·498	46·869	+0·032	0·165	41·881	−0·004
Juli	0·343	44·186	+0·013	1·750	47·632	+0·037	0·083	42·631	+0·002
August	0·103	48·177	+0·007	1·355	51·214	+0·026	0·134	46·745	−0·003
Sept.	1·421	50·252	−0·002	0·728	52·129	+0·014	0·212	49·308	−0·004
October	0·864	43·998	−0·032	0·201	45·258	−0·004	0·719	43·704	−0·016
Novemb.	0·547	21·767	−0·040	0·542	22·763	−0·024	9·924	21·619	−0·043

Monat	$18^h\ 2^h\ 10^h$			$19^h\ 1^h\ 8^h$			$19^h\ 2^h\ 9^h$		
Decemb.	0·490	15·812	−0·031	0·580	15·282	−0·039	0·609	11·456	−0·039
Jänner	0·697	18·768	−0·037	0·789	17·383	−0·043	0·797	18·488	−0·043
Februar	0·382	26·532	−0·014	0·815	23·237	−0·028	0·714	25·536	−0·028
März	0·151	40·324	+0·004	0·399	35·115	−0·021	0·794	37·487	−0·021
April	0·826	46·896	+0·018	0·555	38·829	−0·024	0·991	41·455	−0·024
Mai	0·990	48·740	+0·023	0·715	40·285	−0·025	1·086	42·513	−0·026
Juni	0·918	44·128	+0·021	0·784	36·633	−0·030	1·161	38·893	−0·029
Juli	1·232	46·077	+0·027	0·668	37·859	−0·024	0·947	39·537	−0·024
August	0·878	49·782	+0·018	0·544	40·525	−0·012	1·098	93·853	−0·012
Sept.	0·414	51·185	+0·008	0·561	44·011	−0·022	1·033	46·845	−0·022
October	0·299	44·964	−0·007	1·130	42·472	−0·027	1·130	42·472	−0·026
Novemb.	0·592	22·615	−0·026	0·976	20·790	−0·049	1·041	21·238	−0·049

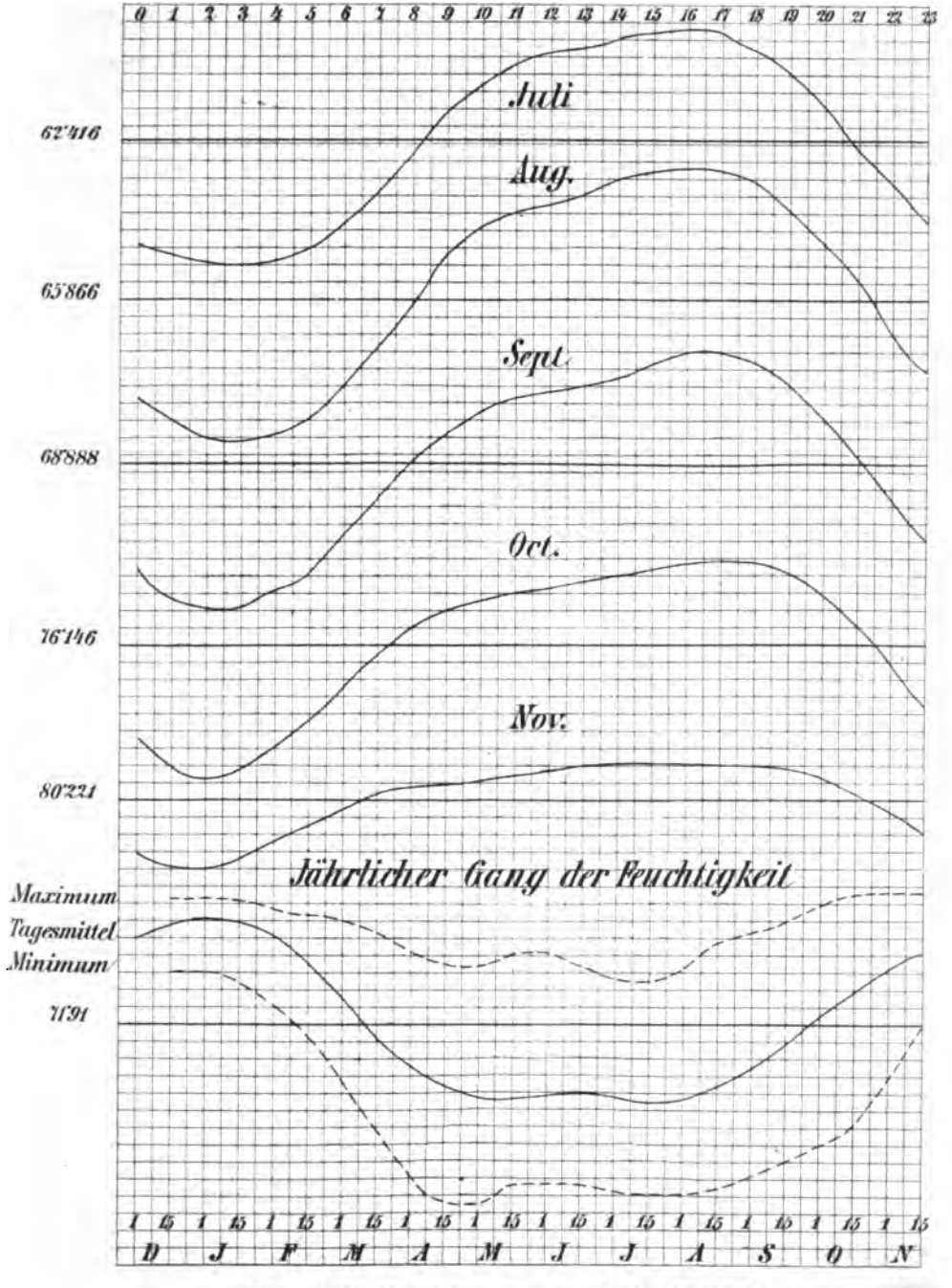
Monat	$19^h\ 2^h\ 10^h$			$20^h\ 2^h\ 8^h$			$20^h\ 2^h\ 9^h$		
Decemb.	0·508	15·760	−0·032	0·884	14·370	+0·062	0·753	14·763	+0·051
Jänner	0·960	18·750	−0·051	1·051	17·726	+0·059	0·934	18·077	+0·051
Februar	0·482	26·233	−0·018	1·344	23·646	+0·056	1·043	23·547	+0·044
März	0·218	39·215	−0·005	2·318	32·915	+0·070	1·554	35·207	+0·045
April	0·052	44·263	−0·001	3·523	33·850	+0·104	2·310	37·489	+0·062
Mai	0·069	45·564	−0·002	2·894	34·090	+0·114	2·457	38·200	+0·064
Juni	0·078	42·140	−0·002	3·856	30·806	+0·125	2·479	34·939	+0·071
Juli	0·201	42·983	+0·005	3·840	30·862	+0·124	2·395	35·197	+0·069
August	0·074	96·890	−0·001	3·955	34·894	+0·114	2·443	39·818	+0·061
Sept.	0·407	48·722	−0·009	3·429	39·656	+0·087	2·309	43·018	+0·054
October	0·710	43·732	−0·017	2·593	38·082	+0·068	1·931	40·099	+0·048
Novemb.	0·719	22·234	−0·032	1·361	20·308	+0·060	1·350	20·339	+0·065

H. Wittek. Über die tägliche und jährliche Periode der rel. Feuchtigkeit in Wien.



Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. LXII. Bd. II. Abth. 1870.

H. Wittek. Über die tägliche und jährliche Periode der rel. Feuchtigkeit in Wien.



Untersuchungen über die Phenoläther.

Von Dr. E. Lippmann.

(Mit 2 Holzschnitten.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Juli 1870.)

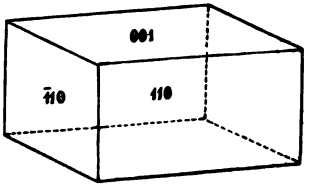
I. Epioxyphenylhydrin.

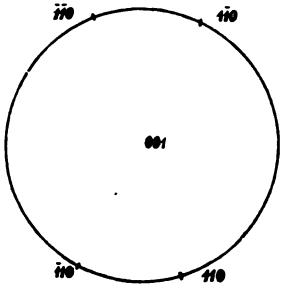
In einer früheren Abhandlung [1]) wurde ein Derivat des Phenols beschrieben, welches als Äthylenäther des Phenols aufzufassen ist, nämlich das Äthylendiphenol $C_2H_4 < \begin{matrix} C_6H_5 . O \\ C_6H_5 . O \end{matrix}$. Es war nun nicht ohne Interesse die Darstellung solcher Derivate ins Auge zu fassen, wo der Rest des Glycerins $C_3\ddot{H}_5$ sich mit drei Gruppen C_6H_5O verbinden könnte. Als Ausgangspnnkte konnte hier wohl das Trichlorhydrin $C_3H_5Cl_3$ dienen. Vorher studirte ich jedoch das Verhalten des Epichlorhydrins gegen Phenolkali.

Reines Epichlorhydrin nach der Methode von Reboul durch Einwirkung von ClH-Gas auf ein Gemenge von Eisessig mit Glycerin erhalten, wurde in einem Kolben mit der berechneten Menge von Phenolkali erwärmt. Man löst dieses Salz am besten in heißen absoluten Alkohol, fügt das Epichlorhydrin hinzu und erhitzt den Kolben mit aufsteigendem Kühler einige Stunden am Wasserbade. Bald trübt sich die klare Lösung, es scheidet sich sehr viel Chlorkalium ab, welche Ausscheidung einen Maßstab für den Verlauf der Reaction bildet. Nachdem diese beendigt ist, wird der Kolbeninhalt in Wasser gegossen, wo sich bald ein braunes sehr schweres Öl ausscheidet. Dieses wird abgehoben und mit Chlorcalcium getrocknet. Dieses Öl ist Epioxyphenylhydrin verunreinigt mit etwas Epichlorhydrin, welches seine Krystallisationsfähigkeit bedeutend beeinflußt. Nachdem man dieses Öl einige Zeit auf 200° C. erhitzt hat, wobei nur ein sehr kleiner Theil (Epichlorhydrin) abdestillirt, erstarrt der Körper sehr langsam zu einer braunen scheinbar amorphen Masse. Durch wiederholtes Pressen zwischen Papier wie durch Umkrystallision aus

[1]) Sitzungsberichte der französ. Akad. 1869 Nr. 22, 1269.

Alkohol entfernt man jene braune färbenden Verunreinigungen, die im Alkohol leicht gelöst bleiben. Das Epioxyphenylhydrin krystallisirt im prismatischen System. Professor Ditscheiner theilt mir hierüber folgende Resultate seiner Messungen mit:





Prismatisch:

$$a : b : c = 1 : 0{\cdot}64076 : x.$$

Beobachtete Flächen: 001, 110

	Beobachtet	Berechnet
$110 \cdot 1\bar{1}0$	$= 114^\circ 42'$	—
$110 \cdot \bar{1}10$	$= 65\ 20$	$65^\circ 18$

Erste optische Mittellinie: c.
Ebene der optischen Axen: bc.
Optischer Charakter: positiv.
Optisches Axenschema (nach Grailich und v. Lang):

a b c.

Scheinbarer optischer Axenwinkel:

$$(AB) = 34^\circ 15.$$

Die Krystalle wurden mit Kupferoxyd verbrannt.

Die Formel $\begin{matrix} CH_2(C_6H_5O) \\ CH \\ CH_2 \end{matrix} > O$ verlangt:

		Gefunden	
		I	II
C_{108}	72·00	71·8	71·7
H_{10}	6·66	6·8	6·9.

Die Einwirkung von Epichlorhydrin auf Phenolkali kann also durch folgende Gleichung dargestellt werden:

$$\begin{matrix} CH_2Cl \\ CH \\ CH_2 \end{matrix} > O + \begin{matrix} C_6H_5 \\ K \end{matrix} > O = ClK + \begin{matrix} CH_2(C_6H_5O) \\ CH \\ CH_2 \end{matrix} > O .$$

II. Über die Einwirkung von Brom auf phenetolschwefelsaures Kali.

In einer früheren Mittheilung [1]) habe ich in Gemeinschaft mit Herrn Opl einige phenetolschwefelsaure Salze untersucht. Das betreffende Kalisalz kann leicht sehr rein in größeren Mengen gewonnen werden. Dasselbe wurde in einer größeren Menge Wasser gelöst und hierzu so lange Brom tropfenweise zugesetzt als dieses verschwand. In dem Maße als dieses verschwindet trübt sich die Flüssigkeit, die sich ein wenig erwärmt hat. Am Schlusse der Reaction findet man den Boden des Gefäßes mit zahlreichen Krystallen bedeckt.

Diese Krystalle werden jedoch durch ein Öl verunreinigt, welches immer als ihr Begleiter bei dieser Reaction bald in größerer oder in geringerer Menge auftritt. Man schüttelt dieses Gemenge mit Äther, wodurch das Öl gelöst wird, die Krystalle zurückbleiben, oder man erwärmt die Flüssigkeit, filtrirt sie heiß, wo dann am feuchten Filter das Öl zurückbleibt, während das heiße Filtrat beim Erkalten große Spieße des neuen Kalisalzes absetzen läßt. Durch wiederholtes Umkrystallisiren ist es ziemlich leicht dieses Kalisalz der gebromten Phenetolschwefelsäure, welche in sehr langen Spießen krystallisirt, rein zu erhalten. Es ergab, der Analyse unterworfen, folgende Zahlen.

	Gefunden I.	Gefunden II.	Berechnet nach der Formel $C_6H_3BrSO_3K\atop C_2H_5>O$	
C_{96}	29·9	30·1	C....	30·09
H_8	2·56	2·4	H....	2·5
Br_{80} ...	—	25·3	Br ...	25·07
S_{32}	—	10·4	S....	10·03
O_{64} ...	—	—	O....	—
K_{39}	—	11·9	K....	12·2

[1]) Compt. rend. Jun, 69 Nr. 23, 1382.

Das Kalisalz bildete nun den Ausgangspunkt zur Darstellung der gebromten Phenetolschwefelsäure und ihrer Salze, welche eine einbasische Säure ist.

Diese Salze sind sämmtlich mit Ausnahme des Kalksalzes frei von Krystallwasser.

Das Silbersalz, erhalten durch Zusammenbringen einer heißen Lösung des Kalisalzes mit einer entsprechenden von Silbernitrat, krystallisirt aus heißem Wasser in glänzenden Blättchen.

Theorie für $\left.\begin{matrix}C_6H_3BrSO_3Ag\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O$

Gefunden 27·6% Ag. verlangt Ag. = 27·8%.

Das Bleisalz krystallisirt ebenfalls in Blattern, die jedoch in heißem Wasser viel schwerer löslich sind, als das vorher beschriebene Salz.

Berechnet nach der Formel

$$\left.\begin{matrix}(C_6H_3BrSO_3)_2\overset{II}{Pb}\\(C_2H_5)_2\end{matrix}\right\}O_2$$

Gefunden 26·7 Blei Blei = 27·0%.

Das gebromte phenetolschwefelsaure Baryum, erhalten aus dem Kalisalze der organischen Säure und Chlorbaryum, krystallisirt in stark glänzenden Schuppen, die in heißem Wasser schwer löslich sind.

Theorie für $\left.\begin{matrix}(C_6H_3BrSO_3)_2\overset{II}{Ba}\\(C_2H_5)_2\end{matrix}\right\}O_2$

Gefunden 19·5% Ba. verlangt 19·6%Ba.

Das Kalksalz, welches in Nadeln, die ihr Krystallwasser erst bei 160° C. verlieren, krystallisirt, wurde der Formel

$$\left.\begin{matrix}(C_6H_3BrSO_3)_2\overset{II}{Ca}\\(C_2H_5)_2\end{matrix}\right\}O_2$$

entsprechend zusammengesetzt gefunden.

Die gebromte Phenetolsulfosäure konnte nicht durch Zersetzung des Bleisalzes mittelst Schwefelwasserstoffs erhalten werden, wohl

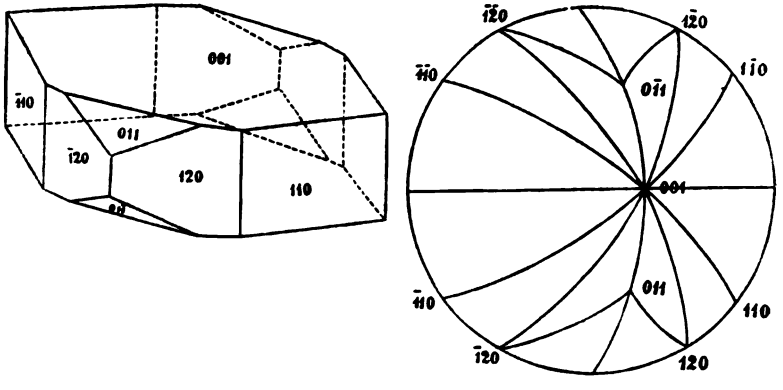
aber durch Zersetzung des Kalisalzes mittelst Schwefelsäure. Man suspendirt die Lösung des Kalisalzes in Äther und gibt verdünnte Schwefelsäure hinzu, es bildet sich bei gehöriger Concentration der Kalilösung eine dritte Schicht zwischen der Kalilösung und dem Äther, die sich ölförmig ausscheidende Säure; diese wird abgehoben, im Wasser gelöst und eingedampft. Die Phenetolsulfosäure bildet eine überaus leicht in H_2O lösliche krystallinische Masse, die sehr zerfließlich ist, da sie an der Luft sehr leicht H_2O anzieht; sie ist unlöslich in Alkohol wie in Äther.

	Gefunden I.	II.	Theorie für $C_6H_4BrSO_2 \atop C_2H_5 \}O + 4H_2O$
C...	26·3	26·2	C... 26·6
H...	5·1	5·2	H... 4·8
Br ..	—	22·5	Br .. 22·7
S...	—	8·7	S... 9·0.

Jenes Öl, welches, wie oben erwähnt wurde, durch Äther leicht von dem Kalisalz getrennt werden konnte, wird nun von dem Äther durch Verdunsten desselben getrennt. Es erstarrt in der Kälte zu großen glänzenden Tafeln, die dem schief prismatischen System angehören. Professor Ditscheiner war so freundlich dieselben zu messen und mir hierüber Folgendes mitzutheilen.

Schiefprismatisch:

$$a : b : c = 1 \cdot 1207 : 1 : 0 \cdot 7724.$$
$$ac = 106°22'.$$



Beobachtete Flächen: 001, 110. 120, 011.

	Beobachtet	Berechnet
110 : 1$\bar{1}$0 =	78°16′	—
110 : $\bar{1}$10 =	101 46	101°44′
110 : 120 =	19 20	19 14
120 : 1$\bar{2}$0 =	—	116 52
120 : $\bar{1}$20 =	—	63 8
110 : 100 =	77 10*	—
$\bar{1}$10 : 100 =	102 45	102 50
011 : 100 =	38 50*	—
011 : $\bar{1}$20 =	65 46	65 48
011 : 120 =	49 31	49 29
120 : 001 =	81 28	81 29
$\bar{1}$20 : 001 =	98 26	98 31
110 : 1$\bar{1}$0 =	—	77 40
110 : $\bar{1}$10 =	—	102 20.

Die Analyse dieser Verbindung ergab Zahlen, welche sie als zweifach gebromter Phenetol erscheinen lassen.

	Gefunden I.	Gefunden II.	Theorie für $C_6H_3Br_2 \atop C_2H_5 > O$
C	34·7	34·1	C .... 34·28
H	2·6	2·7	H .... 2·85
Br ...	57·4	—	Br ... 57·1.

Die von dem Kalisalze durch Filtration getrennte Flüssigkeit enthielt eine große Menge eines unorganischen Kalisalzes, welches sich als ein Gemenge von BrK mit sauren schwefelsaurem Kali ergab. Die Reaction von Brom auf phenetolschwefelsaures Kalium findet daher nach folgenden Gleichungen statt.

$$\left.\begin{matrix} C_6H_4KSO_3 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + Br_2 = \left.\begin{matrix} C_6H_3BrKSO_3 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + BrH.$$

$$\left.\begin{matrix} C_6H_4KSO_3 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + H_2O = \left.\begin{matrix} SO_3 \\ KH \end{matrix}\right\} O_2 + \left.\begin{matrix} C_6H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O.$$

$$\left.\begin{matrix} C_6H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + 4Br = \left.\begin{matrix} C_6H_3Br_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + (BrH)_2.$$

III. Über das einfach gebromte Phenetol.

Zur Darstellung dieser Verbindung gibt es zwei Wege. Man bromirt das Phenetol, oder man behandelt das Kalisalz des einfach gebromten Phenols mit einer entsprechenden Menge Jodäthyl. Die erstere Methode gab eine sehr geringe Ausbeute an einfach gebromten Phenetol. Die Einwirkung von Brom ist selbst bei Abkühlung eine sehr heftige. Es entstehen eine große Anzahl von Producten, die bei der Destillation keinen constanten Siedepunkt zeigen. Derselbe erhebt sich rasch von 170 bis 300° C.

Eine bessere Ausbeute gibt die letztere Methode. Die Kaliverbindung des einfach gebromten Phenols wurde mit Bromäthyl in zugeschmolzenen Kolben bei 170° einige Stunden behandelt. Der Kolbeninhalt wurde in Wasser gelöst, das sich ausscheidende schwere Öl von der Bromkaliumlösung getrennt, mit Kali geschüttelt, mit H_2O gewaschen, getrocknet und fractionirt.

Zwischen 220—240° destillirte eine ziemliche Menge von Flüssigkeit, deren Siedepunkt durch Fractioniren bei 233° constant wird. Das zwischen 230—235° C. destillirende wurde analysirt.

	Gefunden		Theorie für $C_6H_4Br\atop C_2H_5>O$
	I.	II.	
C...	48·2	48·3	C... 47·7
H...	4·4	4·4	H... 4·4
Br..		40·5	Br.. 39·8.

Der gebromte Phenetoläther bildet jedoch nicht das einzige constant siedende Product der Reaction, es gelingt noch höher siedende Producte zu isoliren, auf die ich später zurückzukommen gedenke.

Die Theorie läßt nun die Bildung eines homologen Äthyläthers voraussehen, der nach folgender Gleichung entstehen könnte:

$$\left.\begin{matrix}C_6H_4Br\\C_2H_5\end{matrix}\right\} O + C_2H_5Br + 2Na = (BrNa)_2 + C_6H_4\,(C_2H_5)_{C_2H_5}>O.$$

Es wurden gebromtes Phenetol und Bromäthyl mit Natrium behandelt. Es entstand aber schon in der Kälte durch Einwirkung von

Natrium auf gebromtes Phenetol eine dunkel blaue Natriumverbindung, die sehr explosibler Natur ist, was sich beim Erhitzen der Röhren zeigte, außerdem verglimmt dieselbe, wenn man sie allein am Platinbleche erhitzt, wie Salpeter.

Ich habe das Natrium durch Magnesium substituirt und gefunden, daß beim Erhitzen sich eine große Menge einer weißen Salzmasse (Brommagnesium?) bildet, so daß die Reaction nach obiger Gleichung vor sich zu gehen scheint. Ich hoffe hierüber bald ausführlicher berichten zu können.

Über das Benzoylsuperoxyd und sein Verhalten gegen Amylen.

Von A. Sperlich und Dr. E. Lippmann.

(Mit 1 Holzschnitt.)

Brodie hat zuerst gezeigt[1]), daß die Superoxyde organischer Radicale entstehen durch Einwirkung der Säurechloride auf Baryumsuperoxyd. Dieses Baryumsuperoxyd wurde bereitet durch Fällen einer wässrigen Lösung von Wasserstoffsuperoxyd mittelst Baryumoxyd. Verfährt man nun genau nach Brodie's Angaben, so erhält man allerdings reines Superoxyd, aber die Ausbeute ist eine sehr geringe, indem sich eine alkalische Lösung[2]) von Wasserstoffsuperoxyd zum Theile zersetzt, bevor sie vollständig mit Ätzbaryt ausgefällt wird. Wir haben uns, um eine bessere Ausbeute zu erzielen, des käuflichen Baryumsuperoxyds bedient. Dieses enthielt 54% Baryumsuperoxyd; und zwar wurde der active Sauerstoff mittelst Jodlösung und unterschwefligsauren Natron titrirt. Außerdem enthielt dieses Superoxyd namhafte Menge Ätzbaryt und kohlensaures Baryum.

Dieses käufliche trockene Baryumsuperoxyd wurde nun mit gewogener Menge reines Chlorbenzoyl[3]) in einem Porzellanmörser zusammengerieben, mit Wasser nach vollendeter Reaction ausgezogen, und dann mit einer verdünnten Lösung von Soda gewaschen. Das gebildete Superoxyd wurde zwischen Papier abgepresst, getrocknet mit Äther, ausgezogen und dieser in einer Glasschale bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten gelassen. Man erhält so eine sehr befriedigende Ausbeute von Benzoylsuperoxyd. Dieses stimmte in seinen chemischen Eigenschaften vollkommen überein mit dem von Brodie in oben citirter

---

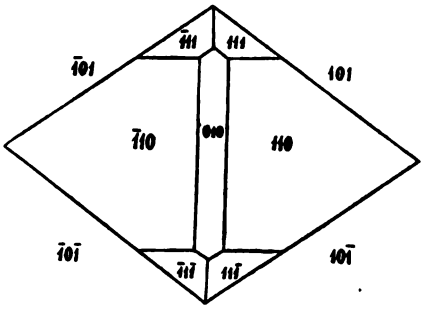
[1]) Poggendorffs Annalen 1864, 372.

[2]) Die Lösung muß schwach alkalisch gemacht werden um Thonerde und Eisen zu fällen.

[3]) Der Chlorbenzoyl wurde mit PCl_5 und Benzoesäure bereitet, bis 140° in einer Retorte abdestillirt, und dann der Retortenrückstand in einem Gemenge von Eis und Salz krystallisiren gelassen. Es krystallisirt in Nädelchen.

Die Ähnlichkeit, welche diese Superoxyde mit den Hologenen z. B. mit Chlor zeigen, ist eine sehr große, besonders was die Oxy-

(Fig. *A.*)



dationsfähigkeit betrifft. Es war nun von Wichtigkeit zu sehen, ob eine solche Analogie in Beziehung auf organische Körper anderer Ordnung auch existirt. Ob z. B. Kohlenwasserstoff wie Amylen ähnliches Verhalten gegen Benzoylsuperoxyd wie gegen Chlor zeigen. Man konnte erwarten, daß das Benzoylsuperoxyd sich hier analog dem Cl oder Br verhalten dürfte, und daß hier entweder Addition oder Substitution der Gruppe $C_7H_5O.O$ stattfinden würde.

Im erstern Falle müßte der benzoesaure Äther des Amylenglycols, im letzteren ein Amylen entstehen, wo H durch $C_7H_5O.O$ erscheint.

$$1.\ C_5H_{10} + \left.\begin{matrix}C_7H_5O\\C_7H_5O\end{matrix}\right\} O_2 = \left.\begin{matrix}C_5H_{10}\\(C_7H_5O)_2\end{matrix}\right\} O_2$$

$$2.\ C_5H_{10} + \left.\begin{matrix}C_7H_5O\\C_7H_5O\end{matrix}\right\} O_2 = \left.\begin{matrix}C_7H_5O\\H\end{matrix}\right\} O + C_5H_9(C_7H_5OO).$$

Der Versuch scheint nun für das Stattfinden des Vorganges nach der zweiten Gleichung zu sprechen. Reines Amylen (35° Cels. Siedepunkt) wurde mit einer Lösung von Superoxyd (berechnete Menge) in Äther in eingeschmolzenen Röhren auf 100° Cels. erhitzt. Die ätherischen Lösungen wurden auf dem Wasserbade destillirt, der Äther und überschüssiges Amylen hierdurch entfernt. Der Kolbeninhalt erstarrte zu einer festen Masse. Diese wurde mit einer Sodalösung geschüttelt um die Benzoesäure zn entfernen. Es zeigte sich, daß sich beträchtliche Menge Benzoesäure gebildet hatte. Zurück blieb ein schweres Öl, welches nicht mehr an Soda, wohl aber an alkoho-

lische Kalilösung Benzoesäure abgab. Dieses Öl bildet sehr wahrscheinlich, wie die Analysen ergeben, ein Gemenge

$$C_5H_9(C_7H_5OO)$$

und

$$C_5H_9(C_7H_5OO)$$
$$C_5H_9(C_7H_5OO).$$

Mittelst der Bunsen'schen Wasserpumpe konnte es nicht ohne Zersetzung destillirt werden.

Wir behalten uns vor auf die Zusammensetzung und Trennung dieser Körper zurückzukommen.

Diese Arbeit, sowie die vorhergehende, wurden im Laboratorium des Professors A. Bauer am polytechnischen Institute ausgeführt.

Die ersten Chyluswege und die Fettresorption.

Von Dr. S. von Basch,
Privatdocent in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. October 1870.)

In Säugethierzotten läßt sich, wie ich[1]) nachgewiesen, durch Injection ein System feiner mit einander communicirender Gänge darstellen, die in den centralen Zottenraum einmünden, und, wie ich dies ausdrücklich hervorgehoben, von gleicher Beschaffenheit sind wie jene, die Kowalewsky[2]) in den Lymphdrüsen beschrieben.

Diese durch Injection nachweisbaren Gänge habe ich als die ersten Chyluswege angesprochen.

Durch den von Flesch[3]) gelieferten Nachweis von Fett innerhalb der Balken des Zottenparenchyms sind meine Angaben unmittelbar bekräftigt und durch die in jüngster Zeit von Zawarykin[4]) angestellten Untersuchungen vollinhaltlich bestätigt worden.

Gegen die Richtigkeit derselben haben Frey[5]) und Arnstein[6]) Einsprache erhoben. Ersterer bezeichne die von mir beschriebenen Gänge als reine Kunstproducte, Letzterer gesteht wohl zu, Ähnliches wie ich gesehen zu haben, aber meine Abbildungen sind ihm zu deutlich.

Letzerich[7]) und Eimer[8]) haben die ersten Chyluswege von Neuem entdeckt. Ersterer beschreibt dieselben als ein System mit einander communicirender Schläuche, die in eigenthümlichen

---

[1]) Sitzungsber. d. Wien. Akademie 51.

[2]) Sitzungsber. d. Wien. Akademie 48.

[3]) Onderzockingen over de histologische Zamenstelling der vlokjes van het Darmkanaal. (Voorloopige mededeeling.)

[4]) Mem. de l'acad. de St. Petersburg T. XIV.

[5]) Virchow's Jahresbericht 1866.

[6]) Virchow's Archiv Bd. 39.

[7]) Virchow's Archiv Bd. 37 und 39.

[8]) Virchow's Archiv. Bd. 48.

Resorptionsorganen ihren Ausgangspunkt haben und in den centralen Zottenraum einmünden. Letzterer verlegt — an eine ältere Theorie anknüpfend — die ersten Chyluswege in die netzförmig mit einander verbundenen, angeblich hohlen Bindegewebskörperchen der Darmschleimhaut.

Die unsern Gegenstand berührende letzte Darstellung v. Recklinghausen's[1]) enthält keine auf neue Beobachtungen sich stützenden neuen Angaben. Nach wie vor behauptet derselbe, ganz unbekümmert um alle vorliegenden Erfahrungen und Aussprüche, bloß auf Grund einer, wie dies die betreffende[2]) Abbildung darthut, unvollkommenen Zotteninjection, die Zusammengehörigkeit der ersten Chyluswege mit den Saftkanälchen.

Kölliker[3]) und Dönitz[4]) ausgenommen, stimmen also alle Forscher darin überein, daß das Fett in präformirten Bahnen die Zotte durchzieht.

Der Widerstreit der verschiedenen Ansichten, der sich bloß auf die nähere Beschaffenheit dieser Bahnen bezieht, veranlaßte mich, die Frage, die ich schon einmal gelöst, einer nochmaligen Prüfung zu unterziehen.

Ich habe vorliegende Untersuchungen, so wie die denselben vorangegangenen im phys. Institute der Wiener Universität ausgeführt, und spreche hier meinem hochgeehrten Lehrer, Prof. E. Brücke, der mir die Hülfsmittel seines Institutes zur Verfügung stellte, meinen wärmsten Dank aus.

Um von vorne herein dem Einwande zu begegnen, als seien die Chyluswege, die ich darstelle, künstliche, durch Eindringen der Injectionsmasse in nicht präformirte Räume geschaffene, habe ich meine Untersuchungen zum größten Theile an dem in natürlicher Fettresorption sich befindlichen Dünndarme angestellt.

Damit das Fett innerhalb seiner Bahnen deutlich und unverkennbar hervortrete, färbte ich dasselbe mit Überosmiumsäure; aber nur in diesem einen Punkte stimmt meine Untersuchungsmethode mit der Eimer'schen überein.

---

[1]) Stricker's Handbuch von den Geweben. — Das Lymphgefäßsystem. 1869.

[2]) Die Lymphgefäße und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862.

[3]) Handbuch der Gewebelehre. 1867.

[4]) Archiv f. Anat. und Physiol. 1864 und 1866.

Da ich von meiner frühern Untersuchung her wußte, daß man mittelst der für dieselbe angewendeten Methode gute Bilder bekomme, so konnten die Ansprüche, die ich an die Überosmiumsäure stellte, nur die sein, daß sie die Präparate, die an Klarheit, Deutlichkeit und genauer Darstellung des Details Nichts zu wünschen übrig ließen, in ihrem Zustand erhalte und nur das Fett an Ort und Stelle färbe. Dieses Postulat fand ich in der That auf die Art erfüllt, daß ich die zu untersuchenden Darmstücke erst in Müller'scher Flüssigkeit — ich ziehe dieselbe der verdünnten Chromsäure vor, weil letztere die Gewebe, namentlich die protoplasmahältigen Theile derselben zu sehr schrumpfen macht — härtete und hierauf kleinere Stücke des in dieser Weise gehärteten Darms durch 24 Stunden der Einwirkung einer 0·5 % Lösung von Überosmiumsäure aussetzte. Hat, was man schon mit freiem Auge beurtheilen kann, die Überosmiumsäure gewirkt, dann kann man die betreffenden Darmstücke behufs weiterer Präparation wieder in Müller'scher Flüssigkeit oder stark verdünnter Chromsäure conserviren.

Schnittfähig macht man solche in angegebener Weise behandelte Darmstücke dadurch, daß man sie in einigen Tropfen einer mit etwas Glycerin gemengten Gummilösung auf einem dünnen Korkplättchen einbettet und mit dieser Lösung bis zur geeigneten Consistenz eintrocknen läßt.

Die gemachten Schnitte werden in Wasser aufgeweicht und in mit etwas Creosot versetztem Glycerin eingeschlossen.

Vorliegende Untersuchungen beziehen sich auf den Dünndarm von Hunden, Katzen, Igeln und Ratten. Ich fütterte die Versuchsthiere mit fettem, rohem, oder gekochtem Fleisch und tödtete dieselben 3—4 Stunden nach stattgehabter Fütterung.

Nachdem ich mich beim Eröffnen der Bauchhöhle überzeugt, daß der Dünndarm in voller Resorption begriffen sei, d. i. daß sowohl die Chylusgefäße des Mesenteriums als die der Darmwand mit Chylus angefüllt seien, legte ich um jene Darmschlingen, die mir am gelungensten schienen, um den Abfluß von Chylus zu verhindern, eine feste Ligatur und brachte sie, ohne sie vorher aufzuschneiden, in die Härtungsflüssigkeit. Ich habe es für nöthig befunden, diese Flüssigkeit vorerst gelinde zu erwärmen, weil kalte Lösungen die äußere Muskulatur des Darms und auch wahrscheinlich die der Zotten zu

heftigen Bewegungen anregen und hiedurch ein rasches Austreiben des Chylus veranlassen.

Ich vermag nicht bestimmt anzugeben, in welcher Weise man sich am sichersten einen in voller Fettresorption sich befindlichen Dünndarm, an dem die Chylusgefäße sowohl als namentlich die ersten Chyluswege mit Fett angefüllt sind, verschafft. Der Zufall spielt hier sehr günstig und sehr übel mit. Als geeignet für die mikroskopische Untersuchung kann man eben ein Darmstück nur dann erklären, wenn davon entnommene Präparate instructive und zugleich überzeugend klare Bilder geben.

Am allermeisten bin ich durch den Dünndarm eines Igels belehrt worden, der einige Tage gehungert, des Nachts über eine große Portion rohen, fetten Fleisches verzehrt hatte und am Morgen hierauf durch Ersäufen erstickt worden war. Beim Eröffnen der Bauchhöhle sah man sämmtliche Chylusgefäße sowohl die des Mesenteriums als die der Darmwand strotzend mit Chylus angefüllt, und die nähere Prüfung zeigte, wie ich dies im Verlaufe eingehender schildern werde, in den Zotten sowohl als in der Schleimhaut zwischen den Krypten die ersten Chyluswege und centralen Zottenräume durchgängig mit Fett erfüllt.

Die anderen Därme von Igeln sowohl als Hunden, Katzen und Ratten, die ich untersuchte, boten Bilder von theils vollkommener, theils partieller, theils mangelnder Fettfüllung.

Indem ich die Darmschleimhaut in all' diesen verschiedenen Graden der Fettfüllung einer sorgfältigen Untersuchung unterzog, gelang es mir eine möglichst genaue Einsicht sowohl in die Vorgänge der Fettresorption als in die Beschaffenheit der ersten Chyluswege zu gewinnen.

Bei der Beobachtung von Durchschnitten, die dem in besprochener Weise behandelten Darm entnommen wurden, fällt zunächst die Verschiedenartigkeit des Verhältnisses auf, in dem das Zottenepithel, die Zottensubstanz und der centrale Zottenraum bezüglich ihrer jeweiligen Fettfüllung zu einander stehen. Man findet unter den Zotten solche, an denen sowohl Epithel als Substanz und centraler Chylusraum gleichmäßig stark mit Fett gefüllt sind, solche an denen bloß die Substanz derselben und der centrale Chylusraum reichliche Fettfüllung zeigen, während zu gleicher Zeit das Epithel auffallend fettleer erscheint, dann beobachtet man, daß nur der mittlere Theil

der Zotte und der centrale Zottenraum mit Fett gefüllt sind, während die Zottenspitze kein Fett enthält, und schließlich sieht man Zotten, deren centraler Chylusraum bloß Fett enthält, während die übrige Zottensubstanz ganz frei ist. Das Verhalten des Epithels in den zwei letzten Fällen ist ebenfalls ein ungleiches, denn bald sieht man dasselbe mit Fett gefüllt, bald desselben gänzlich entbehrend.

Zu bemerken ist, daß zwischen diesen verschiedenen Graden der Fettfüllung, von denen ich in der Schilderung die den größten Contrast bietenden hervorgehoben, mannigfache Übergänge vorkommen.

In diesem verschiedenartigen Wechsel der Fettfüllung, der sich am erhärteten Präparate in ebensoviel Phasen auflöst als verschiedene Zottenzustände zur Beobachtung kommen, ist gewissermaßen der im Leben vor sich gehende physiologische Vorgang der Fettresorption im Großen und Ganzen ausgeprägt. Bilder, an denen Zottenepithel, Zottensubstanz und centraler Zottenraum gleichmäßig stark mit Fett gefüllt erscheinen, lassen bezüglich ihrer Auffassung keinen Zweifel zu; Bilder von Zotten an denen das Epithel fettfrei und die Substanz derselben sowie der centrale Chylusraum mit Fett gefüllt ist, können nur in dem Sinne gedeutet werden, daß die Epithelzellen ihr Fett an die Zotten abgegeben, während jene Bilder, die die Zottenspitze und die Zottensubstanz fettleer und den untern Theil des centralen Zottenraumes mit Fett gefüllt zeigen, die Wirkung der Zottenmuskulatur — das Austreiben des Fetts aus der Zotte — indirect zur Anschauung bringen.

Bezüglich der Structur des Zottenparenchyms gelten die von mir seiner Zeit gemachten Angaben, welche sich wie schon erwähnt auf Beobachtungen beziehen, die ich an nicht resorbirenden und künstlich injicirten Zotten angestellt habe. Nach den Erfahrungen, die ich durch meine letzten vorliegenden Untersuchungen gewonnen, habe ich aber den frühern Angaben zunächst als ergänzend hinzuzufügen, daß das Balkenwerk durch die Ausdehnung und Erfüllung, welche es in der Resorption erfährt, noch weit offener und mächtiger als selbst an künstlich injicirten Zotten zu Tage liegt.

Ich verweise, bevor ich zur weitern Auseinandersetzung übergehe, hier auf die in Fig. 1, 2 und 3 gegebenen Abbildungen.

Fig. 1 stellt die Hälfte des Querdurchschnittes einer Igelzotte dar. Die Form desselben entspricht der blattförmigen Gestalt der

Igelzotte. Epithel, centraler Zottenraum und erste Chyluswege sind mit Fett gefüllt, das durch Überosmiumsäure dunkelschwarz gefärbt erscheint. Die Lücken zwischen den ersten Chyluswegen sind theils von Parenchymzellen, theils von querdurchschnittenen Gefäßen und Muskeln gefüllt.

Fig. 3 gibt das Bild eines dem Querschnitte der Igelzotte entnommenen Segmentes bei starker Vergrößerung. Die die Lücken zwischen den Fettwegen ausfüllenden Parenchymzellen sind hier deutlich sichtbar und die innerhalb der mit Fett gefüllten Balken liegenden Bindegewebskörperchen durch ihre deutlich sichtbaren Kerne angedeutet.

Das ganze Segment umschließt den Querschnitt eines Blutgefäßes.

In Fig. 2 ist das Bild eines dem Längsdurchschnitt einer Hunde-Zotte entnommenen Segmentes dargestellt. Der Übergang mit Fett gefüllter Balken in leere ist an demselben deutlich ausgesprochen, ferner sieht man an demselben wie die längs verlaufenden Muskelbündel von den Fettwegen eingescheidet werden.

Das Balkengerüste des Zottenparenchyms liefert also, wie man sieht, das Stroma für die ersten Chyluswege.

Als Bindegewebskörperchen des Zottenparenchyms sind, wie ich dies auch schon früher hervorgehoben, zum Unterschiede von den freien Parenchymzellen, die in den Balken eingebetteten zelligen Elemente aufzufassen. Von diesen letztern sieht man nicht selten Fortsätze abgehen; man kann aber ebenso wenig die Balken als die Fortsätze der in ihnen eingelagerten Bindegewebskörperchen ansehen, als man berechtigt ist die Bindegewebskörperchen des gemeinen Bindegewebes mit der Intercellularsubstanz zu identificiren.

Fig. 7 zeigt ein Stück durch Auspinseln eines Schnittes isolirten Balkengewebes mit den eingelagerten Bindegewebskörperchen.

Wenn ich auch nicht in Abrede stelle, daß die Bindegewebskörperchen der Zotte durch Ausläufer mit einander in Verbindung stehen, so muß ich doch die von Eimer denselben vindicirte Rolle direct in Abrede stellen. Die Bindegewebskörperchen der Zotte sind die zelligen Elemente des bindegewebigen Balkennetzes, betheiligen sich als solche höchst wahrscheinlich an dem Aufbaue derselben, sie stellen aber durchaus nicht ein communicirendes Röhrenwerk dar und haben mit der Fettleitung Nichts zu schaffen. Die einzigen

Träger der ersten Chyluswege sind die Balken des Zottenparenchyms.

Das Balkengewebe nicht resorbirender Zotten verhält sich seinem histologischen Charakter nach wie das der Lymphdrüsensubstanz (Drüsenschläuche His). Untersucht man aber dasselbe zu einer Zeit, in welcher die Zotten auf der Höhe der Fettresorption angelangt sind, so sieht man an Quer- und Längsschnitten derselben ein regelmäßig angeordnetes dicht mit Fett erfülltes Netzwerk, dessen Lücken durch die Parenchymzellen, Muskeln und Gefäße ausgefüllt werden. (Die Parenchymzellen sind größtentheils fettfrei, man beobachtet aber auch manchmal solche, deren Protoplasma Fett aufgenommen hat.)

Dieses Netzwerk besteht aus von Fett durchsetzten Strängen, man kann aber dasselbe rücksichtlich seiner Entstehung durchaus nicht in der Weise deuten, daß Räume, die die Parenchymzellen schalenförmig umschließen, mit einander communiziren und mit Fett gefüllt sind, auf seinen Schnitten sich als netzförmige Figuren präsentiren; denn die genaue Beobachtung namentlich dickerer Schnitte zeigt, daß man ein deutliches Gezweige von mit Fett durchsetzten Strängen vor sich habe. Ob bloß strangförmige Züge von zusammengeballten Fetttröpfchen vorliegen, oder ob das Fett in Gewebssträngen — den Balken des Zottenparenchyms — eingebettet ist, läßt sich aus solchen Bildern nicht mit Sicherheit erschließen, denn das zarte Stroma der letzteren ist gegenüber den stark lichtbrechenden Fetttröpfchen sehr undeutlich und nur manchmal als zarter lichter Saum kenntlich. Daß aber das Fett in der That in den Balken des Zottenparenchyms eingelagert ist, davon überzeugt man sich mit Gewißheit durch die Untersuchung von in einem schwächeren Grade der Resorption sich befindlichen Zotten; denn hier lassen die nicht so dicht mit Fett gefüllten Balken ihr eigenes Stroma erkennen, sie zeigen aber auch mit Bestimmtheit, daß die Fetttröpfchen nicht etwa bloß auf denselben aufgelagert sind, sondern innerhalb derselben sich befinden. Nicht selten sieht man Balken, in deren Mitte die Fetttropfen in regelmäßigen Reihen angeordnet sind, und sehr häufig beobachtet man, wie dicht und spärlich mit Fett gefüllte Balken direct in leere übergehen.

Die ersten Chyluswege sind also intrabeculäre, und nicht, wie dies aus der Darstellung von His hervorgeht, intertrabeculäre.

Außer dem directen Nachweis von Fett innerhalb der Balken spricht noch Folgendes gegen die Ansicht, daß die ersten Chyluswege und die Bindegewebskörperchen zusammenfallen.

Die vergleichende Untersuchung leerer, d. i. nicht resorbirender und in voller Resorption sich befindlicher Zotten zeigt, daß die Bindegewebskörperchen nur in verhältnißmäßig spärlicher Menge vorhanden sind und die massenhafte Ausbreitung der ersten Chyluswege steht wohl in vollem Einklange mit der Anordnung der Balken zum Fachwerke des Zottenparenchyms, stimmt aber auch nicht im entferntesten mit der Anordnung der in diesem Fachwerke eingestreuten Bindegewebskörperchen überein.

Wie ferner aus Fig. 2 und 3 ersichtlich ist, werden die Capillaren und Muskeln der Zotten von den Chylusbahnen scheidenförmig umhüllt. Dieses Vorkommniß steht nicht vereinzelt da, denn auch von andern Autoren (His, Stricker, Iwanoff) sind Lymphscheiden um Blutgefäße beschrieben worden. Daß letztere bloß aus Netzen von Bindegewebskörperchen bestehen, hat Niemand ausgesprochen und ebensowenig kann man dieß von den Chylusscheiden in den Zotten aussagen. Dieselben sind eins mit dem Balkengerüste, stehen mit den Balken in unmittelbarem Zusammenhang und die Bildung derselben kann man sich nur in der Weise denken, daß das bindegewebige Substrat der Zotte, das im größten Theile der letztern sich zu dem bekannten Fachwerke formirt, um die Gefäße und Muskeln sich zu röhrenförmigen Scheiden verdichtet. In diesen Scheiden sind, wie im übrigen Balkenwerke, zellige Elemente eingelagert.

Ich muß an dieser Stelle bemerken, daß vorliegende Angabe über Chylusscheiden mit meiner früheren übereinstimmt, die dahin lautet, daß die Muskel und Gefäße der Zotte durch das Zottenparenchym durchgesteckt erscheinen.

In der Thatsache, daß die Muskeln und Gefäße der Zotte von den ersten Chyluswegen eingescheidet werden und daß diese Chylusscheiden mit den ersten Chyluswegen in directem Zusammenhang stehen, liegt der triftigste Gegenbeweis gegen die Eimer'sche Theorie, denn die Analogie-Gründe, die man allenfalls zu Gunsten derselben aus der netzförmigen Anordnung der ersten Chyluswege in der Zottensubstanz anführen könnte, fallen vollständig weg, wenn man die Anordnung der Chylusscheiden und die directe Verbindung beider mit in Betracht zieht. Auch die Eimer'sche Behauptung, daß die

Blutgefäße mit den ersten Chyluswegen communiciren, kann ich nicht gelten lassen.

Die Auffassung v. Recklinghausen's von den ersten Chyluswegen widerspricht nicht im Wesentlichen den von mir gewonnenen Resultaten, aber es ist dieselbe zu allgemein gehalten und entbehrt der detaillirten Begründung. Wir erfahren allerdings von ihm, daß in der Zotte ein System wandungsloser Lücken bestehe, erhalten aber keine Aufschlüsse über die Beziehung dieser Lücken zum Zottengewebe. Die in ihrer Deutung sehr dehnbare Bezeichnung „Saftkanälchen", die von dem Verhalten der Lymphgefäßursprünge in anderen Organen hergeleitet ist, wird ohne weiteres auch auf die ersten Chyluswege übertragen. Wenn nun auch die letzteren rücksichtlich ihrer physiologischen Bedeutung den ersten Lymphwegen an die Seite zu stellen sind, so ist man doch durchaus nicht berechtigt diese Übereinstimmung auf den geweblichen Charakter derselben auszudehnen.

Daß v. Recklinghausen jedenfalls über das Vorkommen der Chylusscheiden, wenn auch nicht vollkommen unterrichtet war, erhellt aus nachfolgender Stelle, die ich hier dem Wortlaute nach mittheile: „Stellenweise, namentlich am Darm, lagen die erwähnten unmittelbar und neben der Kapillarmembran verlaufenden Verbreiterungen der Saftkanälchen so nahe hinter einander, daß es schien als ob das Capillarrohr im Lumen der Saftkanälchen verlief." Hervorheben muß ich noch, daß v. Recklinghausen in bestimmter Weise die offene Communication der centralen Zottenräume mit den ersten Chyluswegen ausgesprochen hat.

Nach dem, was sich mir aus meinen Untersuchungen ergeben, steht zunächst fest, daß das Fett auf Wegen, die innerhalb der Balken des Zottenparenchyms sich befinden, dem centralen Zottenraume zuströmt. Daß die ersten Chyluswege, wie Letzerich glaubt, ein System von Schläuchen bilden, oder daß, wie Eimer meint, das Fett in einem hohlen Netz von Bindegewebskörperchen fortgeleitet werde, kann ich nicht zugeben. Ebenso wenig kann ich mich unbedingt der einfachen Anschauung v. Recklinghausen's anschließen, wenn ich auch zugebe, daß dieselbe den thatsächlichen Verhältnissen sich am allermeisten nähert.

Eine directe Anschauung der ersten Chyluswege läßt sich überhaupt mittelst unserer Hilfsmittel mit absoluter Gewißheit nicht gewinnen, man kann aber mit größtmöglicher Sicherheit zu einer

Einsicht in die Beschaffenheit derselben gelangen, wenn man alle verschiedenen auf natürlichem und künstlichem Wege hervorgerufenen Zustände, in denen die Balken des Zottenparenchyms zur Ansicht kommen, einer sorgfältigen Prüfung unterzieht.

Die ausgezeichnete, dem jeweiligen Grade der Fettfüllung entsprechende Dilatationsfähigkeit der Balken, sowie namentlich der Umstand, daß dieselben ihrer ganzen Dicke nach von Fett durchsetzt werden, das nicht nur bis an die äußerste Grenze derselben hinanreicht, sondern dieselbe auch überschreitet, spricht zunächst dafür, daß man denselben keineswegs eine feste derbe Consistenz zuschreiben dürfe; man muß sich dieselben vielmehr als Gebilde, die eine außerordentliche Weichheit und Elasticität besitzen, vorstellen. Nach unserer heutigen Kenntniß von der Beschaffenheit der Blutcapillaren erscheint diese Aufstellung durchaus nicht als eine gewagte.

Für die Beantwortung der Frage auf welche Weise die Fetttröpfchen die Balken durchschreiten, ist bloß die eine der beiden Annahmen zulässig, daß dies auf Wegen geschieht, die in den Balken präformirt sind oder auf Wegen, die von den Fetttröpfchen als beziehungsweise festen Körpern jeweilig gebahnt werden. Kann man auch die Vorstellung, daß die Fetttröpfchen in der weichen nachgiebigen, vielleicht auch porösen Substanz des Balkens sich ihren Weg selbstständig bahnen, trotz des natürlichen Einwandes, daß der hiebei zu überwindende Widerstand ein sehr erheblicher sein müsse, nicht als gänzlich haltlos zurückweisen, so sprechen doch folgende Umstände vielmehr zu Gunsten der ersteren Annahme, daß in den Balken präformirte Wege existiren, in denen während des Lebens, wenn die Zotte leer ist, sich flüssige Lymphe bewegt, die aber wenn die Zotte resorbirt, der Fettleitung dienen. Eine solche Annahme steht aber auch mit der von Brücke aufgestellten Theorie des Resorptions-Mechanismus im vollsten Einklange.

Ich habe früher hervorgehoben, daß man in Balken, die nur spärlich mit Fett gefüllt sind, Letzteres nicht selten in regelmäßiger Reihe angeordnet vorfindet. Solche Bilder weisen jedenfalls auf präformirte Kanälchen in den Balken hin, noch mehr aber nöthigen zur Annahme letzterer jene Bilder, die man durch künstliche Injection der ersten Chyluswege mittelst löslichem Berlinerblau erhält. Daß die

Wege, welche durch die Injectionsmasse gefüllt werden, mit dem auf natürlichem Wege mit Fett gefüllten identisch sind, kann keinem Zweifel unterliegen; es kann nur, wie vorher die Frage aufgeworfen werden, ob die Injectionsmasse sich selbst in der weichen Substanz der Balken ihren Weg gebahnt oder ob sie auf fertigen Wegen vorgedrungen ist. Zieht man in Erwägung, daß das lösliche Berlinerblau eine sehr schwer diffundirbare Flüssigkeit, die selbst die Poren feinen Filtrirpapiers schwer durchdringt, so wird man zugeben müssen, daß die größte Wahrscheinlichkeit zu Gunsten der Ansicht spricht, daß die Wege, in welche dieselbe durch die Injection getrieben wird, offene seien, die denen entsprechen, auf welchen während des Lebens die Lymphflüssigkeit oder das Fett dem centralen Zottenraume zuströmt.

Über die Gestalt und Zahl der Wege in einem Balken läßt sich mit Bestimmtheit Nichts aussagen, die Weite derselben wird bei der angenommenen Beschaffenheit der Balken von der in ihnen vorhandenen Flüssigkeitsmenge und von dem Drucke, unter dem dieselbe steht, abhängen.

Ich erinnere noch schließlich daran, daß in dem von Fleischl[1]) aufgefundenen intermediären Kreislauf der Schilddrüse des Frosches sich Verhältnisse darbieten, die den geschilderten vollkommen analog sind, nur daß hier keine Communication mit den Blutgefäßen Statt hat.

Von der Spitze der Zotte angefangen bis über die Hälfte derselben hinaus, d. i. ungefähr bis zum Beginne des untern Dritttheils, sind die durch das Balkenwerk gebildeten, auf dem bloß eine Balkenlage treffenden Schnitte als Maschen, auf dem mehrere Balkenlagen treffenden Schnitte als Fächer zur Anschauung gelangenden, die Parenchymzellen enthaltenden Räume mehr weniger rundlich, die verschiedenen Dimensionen derselben, die Längen-, Breiten- und beziehungsweise die Tiefendimension sind einander ziemlich gleich. Vom untern Theile angefangen werden die Maschen, beziehungsweise Fächer allmählig länglich. Dem entsprechend stehen jene Bälkchen, welche die der Längsaxe der Zotten paralell verlaufenden Balkenzüge mit einander verbinden, dieselben gewissermaßen überbrücken, immer mehr von einander ab, werden aber zu gleicher Zeit kürzer. Dieses Verhalten ergibt sich gewissermaßen schon aus der Configuration

[1]) 3. Stzb. Bd. 57.

der Zotte, die am oberen Ende am breitesten ist und vom untern Drittheil angefangen sich allmählig verschmälert. Noch auffallender als im Gewebe der freien Zotte tritt dieses Verhältniß in dem zwischen den Krypten liegenden Abschnitte derselben zu Tage. Dieses interglanduläre Gewebe ist aber, was namentlich die Fettfüllung desselben während der Resorption beweist, vollkommen gleichwerthig mit dem der freien Zotte.

Unterzieht man die in den Balken eingebetteten Zellen, die eigentlichen Bindegewebskörperchen der Zotte, einer genauen Beobachtung, so findet man, daß sich dieselben rücksichtlich ihrer Gestalt dem erwähnten Verhalten der Balken anschließen. Während nämlich im obern Zottenabschnitt bloß rundliche Zellenkörper mit mehren deutlichen Fortsätzen versehen sichtbar sind, findet man im untern Zottenabschnitte und im interglandulären Gewebe innerhalb der Balken nur mehr spindelförmige Zellen.

Fassen wir an der Hand der gegebenen für das Zottenparenchym als Ganzes gültigen Auseinandersetzung die Randzone der Zotte und die Begrenzung des centralen Zottenraums isolirt in's Auge, so ergibt sich, daß diese beiden Gebilde in ihrem Baue vollkommen mit einander übereinstimmen. Es zeigt nämlich die directe Beobachtung, daß am obern Ende der Zotte sowohl von der Randzone als von der Wandung des Zottenraumes in kurzen Zwischenräumen Querbalken abgehen. In dem contrahirten Zustand, in dem man die Zotten immer zur Anschauung bekommt, erscheinen an der Randzone die zwischen den quer abgehenden Balken liegenden Segmente derselben auf dem Längsschnitte als ebenso viele kleine Buckel und in gleicher Weise verhält sich auf dem Längsschnitte die Begrenzung des centralen Zottenraums. (Ich verweise auf Fig. 4, welche ein Stück des den centralen Zottenraum *C* direct begrenzenden Parenchyms, einem Längsschnitt aus der oberen Hälfte der Zotte entnommen, darstellt; Fig. 5 zeigt auf dem Querschnitte ein Stück des den centralen Zottenraum *C* begrenzenden Zottengewebes.)

Die Ähnlichkeit zwischen Randzone der Zotte und Wandung des Zottenraums ist so markant, daß auch der geübte Beobachter am Längsschnitte einer vom Epithel entblößten Zotte, der mitten durch den centralen Zottenraum geführt wurde, kaum einen Unterschied zwischen Zotten- und Zottenraumgrenze herauszufinden vermag. Die Bindegewebskörperchen in der Randzone der Zotten sind sehr

spärlich, in der Wandung des centralen Zottenraums sind aber dieselben sehr deutlich und in ziemlicher Menge zu beobachten. (S. Fig. 4 und 5.) Die erwähnten Buckel, der Ausdruck des gleichmäßigen Maschenwerkes, verschwinden sowohl am untern Dritttheil der Zotte angefangen, sowohl an der Randzone als an der Wandung des centralen Zottenraums; beide Gebilde zeigen nunmehr glatte, ebene Contouren und die hier vorfindlichen Bindegewebskörperchen sind sämmtlich länglich, spindelförmig.

Für die Ansicht, daß der centrale Zottenraum vom Zottenparenchym begrenzt werde, spricht demnach außer den durch die directe Untersuchung gewonnenen Ergebnissen, die leicht nachweisbare Übereinstimmung, die zwischen dem Baue der Wandung desselben und dem der Randzone der Zotte besteht.

Es ist allerdings nicht in Abrede zu stellen, daß der centrale Zottenraum von zelligen Elementen begrenzt ist, aber dies sind, und auch hierin muß ich meine frühern Angaben erweitern, nicht allein die freien Parenchymzellen, sondern auch die in dem Grenzstroma eingebetteten Bindegewebskörperchen. Eine aus zusammenhängenden Zellen bestehende epitheliale Auskleidung besteht für den centralen Zottenraum nicht, und wenn man auch hie und da von dem Grenzstroma sich ablösende Zellen beobachtet, so ist man noch immer nicht berechtigt diese Thatsache nur in dem einen Sinn zu deuten, daß diese freien Zellen einem Epithel entstammen. Bei der Untersuchung jungen Bindegewebes namentlich stößt man häufig genug auf solche sich ablösende Zellen, und es wird wohl schon der Örtlichkeit halber Niemandem einfallen, diese für Epithelialzellen zu erklären. Man muß eben Thatsachen so auslegen, wie man sie vorfindet und sie nicht gewaltsam in ein Schema pressen wollen, in das sie vielleicht aus ganz allgemeinen Analogie-Gründen passen, in das sie aber in Wirklichkeit nicht gehören.

Meine Angabe, daß der centrale Zottenraum einer epithelialen Auskleidung entbehre, steht im directen Widerspruche mit der von anerkannten Forschern wie v. Recklinghausen und His aufgestellten Behauptung, daß das Chylusgefäß der Zotte, so wie die Lymphgefäße anderer Organe von einem einfachen Epithel ausgekleidet sei. Unterzieht man aber die dieser Behauptung zu Grunde liegenden Schlüsse und die Beobachtungen, denen letztere ent-

stammen, einer eingehenden Beurtheilung, so findet man, daß alles was über das Epithel des centralen Zottenraums ausgesagt wurde, sich auf gewisse ein Epithel imitirende Contouren bezieht, die durch Silberbehandlung zu Tage treten; denn der Beobachtung v. Recklinghausen's, daß man, wenn man wenige Stunden nach dem Tode Darmzotten abreißt, bisweilen solche antrifft, aus welchen eine aus Epithelialzellen bestehende central verlaufende Röhre hervorhängt, muß ich nach meinen Erfahrungen entschieden jede Beweiskraft absprechen. Daß netzförmige Zeichnungen nach Imprägnation oder Injection mit Silberlösung auftreten, stelle ich durchaus nicht in Abrede, die Bildung derselben ist mir sogar sehr begreiflich, denn es sind in der Structur des Zottenparenchyms der Bedingungen genug dafür vorhanden, aber den aus den Silbercontouren gezogenen Schlüssen stelle ich meine directen Beobachtungen entgegen, die sich auf wirkliche Gewebselemente beziehen. Ich muß hier noch bemerken, daß alle meine Angaben auf der Untersuchung von feinen Zottendurchschnitten, an denen ein untrüglicher centraler Zottenraum vorlag, beruhen, daß aber die auf die Silberzeichnung sich stützenden Angaben eingestandnermaßen sich auf Untersuchungen beziehen, die an ganzen Zotten angestellt wurden, ein Umstand, der die genauere Prüfung der Zottenstructur nicht nur erschwert, sondern geradezu vollkommen unsicher macht.

Daß der centrale Zottenraum mit den das Stroma der Zotte durchsetzenden Chyluswegen in offener Communication steht, kann nach meinen Untersuchungen keinem Zweifel unterliegen; am meisten scheinen sich aber bei derselben die von der Wandung des Zottenraums querabgehenden Balken zu betheiligen, denn an Durchschnitten von nicht resorbirenden Zotten ist in letzteren sehr häufig ein in den centralen Zottenraum einmündendes Lumen sichtbar.

Das unterhalb der Lieberkühn'schen Krypten liegende Schleimhautstratum verhält sich, wie dies Präparate von künstlich injicirten und resorbirenden Därmen darthun, rücksichtlich seiner Structur und der Anordnung der ersten Chyluswege ganz so wie das Zottenparenchym und das interglanduläre Schleimhautgewebe. Ein Netz von gröbern Chylusgefäßen, wie dieß Frey beschreibt, habe ich in demselben nicht beobachtet. Die gröbern Chylusgefäße, deren Verhältniß hinreichend bekannt ist, beginnen erst in der Submucosa.

Meinen frühern Angaben über die Zottenmusculatur muß ich hinzufügen, daß die der Peripherie der Zotte am nächsten liegenden Muskelzüge durch von derselben sich abzweigende in schräger Richtung aufsteigende Muskelfasern mit einander verbunden werden. Quere Muskelanastomosen habe ich nie zur Ansicht bekommen.

In meiner ersten Arbeit über das Zottenparenchym und die ersten Chyluswege habe ich das Zottenepithel und seine Beziehung zu den ersten Chyluswegen nicht erwähnt, ich habe es auch unterlassen Erfahrungen mitzutheilen, die ich bei Gelegenheit dieser Untersuchung über die sogenannten Becherzellen gemacht, weil ich nicht im Stande gewesen, eine klare, die damaligen Ansichten erweiternde Einsicht in die Beziehung der Epithelzellen zum Zottenparenchym zu gewinnen, und weil ich in den Becherzellen — was schon längst bekannt war — nur modificirte Epithelzellen erblicken konnte.

In dieser letztern Ansicht bin ich auch durch die vorliegenden Untersuchungen bestärkt worden, dagegen ist es mir gelungen bestimmte Aussagen über die Fettaufnahme und Fettabgabe der Epithelzellen, d. i. über die Art des Eindringens von Fett in die Epithelzellen und über den Zusammenhang derselben mit dem Zottenparenchym respective den ersten Chyluswegen machen zu können.

Indem ich mich bloß auf die Schilderung der von mir aufgefundenen Thatsachen beschränke, enthalte ich mich zugleich jeder Polemik gegen die diesbezüglichen Angaben Eimers und Letzerichs.

Das Fett dringt in feinen Tröpfchen durch den Stäbchensaum hindurch in den Protoplasmakörper der Epithelzelle. Hievon überzeugte ich mich an Dünndarm-Epithelzellen von Kaninchen und Ratten. In ausgezeichneter Weise sah ich namentlich an dem Epithel eines zu Beginn der Resorption getödteten Kaninchens den vollständig erhaltenen Zellensaum an dem — wie dieß ja schon Brettauer und Steinach hervorgehoben — die Streifung wenig kenntlich ist, von Fetttröpfchen erfüllt, die in regelmäßigen der Breite der Stäbchen ungefähr entsprechenden Abständen in demselben eingelagert erscheinen. In einigen Zellen sah man den Saum seiner ganzen Länge nach von nur einer dem Zellenrande anliegenden Reihe von Fetttröpfchen durchsetzt, in andern Zellensäumen sah ich die Fetttröpfchen in zwei oder mehren die Länge des Saumes nur theilweise erfüllende Reihen angeordnet, in einigen schließlich

erschienen die Fetttröpfchen unregelmäßig vertheilt. Die genaue Einstellung entschied, daß in allen diesen Fällen von einer bloßen Auflagerung der Fetttröpfchen nicht die Rede sein konnte. Denn stellte ich für den Zellensaum ganz scharf ein, so sah ich gleichzeitig in sehr deutlich ausgeprägten Contouren die Fetttröpfchen. Die Ebene in der die Fetttröpfchen liegen, fällt also mit der Einstellungsebene des Saums, dem optischen Durchschnitt desselben zusammen.

Die Fettaufnahme des Stäbchensaums erfolgt ohne daß letzterer hiebei — die ungleiche Deutlichkeit der Streifung ausgenommen, — eine sichtliche Veränderung oder Consumption erleidet.

Isolirt man Epithelzellen vom frischen oder vorher in verdünnter Chromsäure, doppelchromsauren Kali oder Jodserum macerirten Dünndarm, so findet man sehr häufig, daß aus dem untern Ende derselben ein Protoplasmazapfen hervorragt, der, wenn die Zellen resorbiren, auch Fett enthält. An feinen Schnitten — nachfolgende Angaben beziehen sich auf Dünndarm vom Hund — sieht man, daß die Epithelzellen mit scharf abgeschnittenem Rande direct der Randzone aufsitzen. Ganz nahe unterhalb des Epithels bemerkt man innerhalb der Randzone eigenthümlich keulen- oder birnförmige Körper, die ihrem Aussehen nach mit den erwähnten aus isolirten Zellen hervorragenden Protoplasmazapfen übereinstimmen. An dünnen nur eine Zellenlage treffenden Schnitten, deren Ebene mit der Einpflanzungsrichtung der Epithelzellen zusammenfällt, sieht man diese Körper in einfacher Reihe angeordnet und es entspricht die Menge derselben den über ihnen liegenden Epithelialzellen. An Schnitten dagegen, deren Ebene sich mit der Einpflanzungsrichtung der Zellen kreuzt, findet man dieselben Körper, aber kleiner, zahlreicher und nicht mehr in einfacher Reihe, sondern mosaikartig in der Randzone eingelagert. Die erwähnten Umstände allein sprachen schon in hohem Grade für die Wahrscheinlichkeit, daß diese Körper mit den Zellen in directem Zusammenhang stehen. Über die Bedeutung derselben konnte ich aber erst ein bestimmtes Urtheil fällen, als es gelang diesen muthmaßlichen Zusammenhang nachzuweisen. An einigen, glücklichen Schnitten, von denen ich eine Stelle in Fig. 6 abgebildet, bekam ich in der That Zellen zur Ansicht, an denen der unmittelbare Übergang derselben in die erwähnten Körper der Randzone deutlich hervortrat. Es kann kaum zweifelhaft

sein, daß diese am Durchschnitt darstellbaren Zellenfortsätze jenen entsprechen, die man an isolirten Zellen wahrnimmt. Ein Zusammenhang derselben mit den Balken des Zottenparenchyms oder mit den Bindegewebskörperchen habe ich in keiner Weise beobachten können. Zwischen Zottenepithel und Randzone der Zotte findet demnach nur ein enges Contiguitäts-Verhältniß statt; einen continuirlichen Zusammenhang des Epithels mit dem Zottengewebe muß ich aber nach meiner Erfahrung entschieden in Abrede stellen.

Schließlich ist noch die Frage zu erörtern, ob das Fett nicht auf anderen Wegen als durch die Epithelialzellen in die ersten Chyluswege der Zotte gelangt. Daß, wie dieß Fles und Eimer angeben, nicht allein in, sondern auch zwischen den Epithelzellen Fett vorkomme, kann ich auch durch eigene Beobachtung bestätigen. Auf Profilansichten des Epithels sieht man zwischen den einzelnen Zellen Reihen von Fetttröpfchen, auf der Flächenansicht dagegen erscheinen die Zellenscheiben von regelmäßigen 5—6eckigen aus an einander gereihten Fetttröpfchen bestehenden Figuren eingerahmt. Das Fett umschließt demnach mantelförmig die Zellen. Eine andere Wandung als die der Epithelzellen selbst existirt für diese von Fett ausgefüllten Zelleninterstitien nicht, und ebensowenig kann von besondern, das Epithel durchsetzenden canalförmigen Fettgängen die Rede sein.

Die Möglichkeit, daß während des Lebens Fett in die Zelleninterstitien eintrete und von hier aus in die ersten Chyluswege gelange, kann nicht in Abrede gestellt werden; ich kann aber durchaus nicht zugestehen, daß diese Interstitien wesentlich bei der Fettresorption betheiligt sind; denn unter allen von mir untersuchten Thieren fand ich dieses Verhalten deutlich ausgeprägt nur beim Igel und auch hier nicht ausnahmslos. Am allermeisten hat die Annahme für sich, daß das Fett aus der Zotte zwischen die Epithelzellen regurgitirt werde, denn es stützt sich dieselbe zunächst auf die sichere Beobachtung von Fettextravasaten, die zwischen Zotte und Zottenepithel auftreten und ferner darauf, daß bei Blut- oder Chylusgefäßinjectionen der Zotten, die unter stärkerem Druck ausgeübt wurden, nicht selten die aus der Zottensubstanz austretende Injectionsmasse die Epithelinterstitien erfüllt. Die Regurgitation von Fett zwischen die Zellen kann möglicherweise

schon während des Lebens stattfinden, aber das Austreten von Fett aus der Zotte in Form größerer oder kleinerer Extravasate, die von dem darüber abgehobenen Epithel überkleidet sind, scheint während des Lebens nicht vorzukommen. Ich sehe in dem letzten vielmehr einen Vorgang, der mit der während des Absterbens in der Härtungsflüssigkeit eintretenden Contraction der Zotte in Zusammenhang zu bringen ist. Die Härtungsflüssigkeit kann nämlich durchaus nicht gleichmäßig auf die gesammte Zotte wirken, und es wird das Epithel schon zu einer Zeit erstarrt sein, während der die Zottensubstanz ihre ursprüngliche Beschaffenheit noch bewahrt hat. Bei den nun stattfindenden Contractionen kann das erstarrte Epithel nicht wie im Leben überall den Formveränderungen der Zotte folgen, die weiche Zottensubstanz wird sich in Folge dessen stellenweise vom Epithel ablösen und hiedurch die Extravasation von Fett begünstigen. Wie die mit dieser Annahme übereinstimmende Beobachtung lehrt, erfolgt dieses Ablösen des Epithels zumeist an der Zottenspitze, aber auch nicht selten auf der Höhe der während der Contraction der Zotten entstehenden Querfalten, und an dieser Stelle sitzen auch die erwähnten Fettextravasate.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt einer Zotte (Igel).
„ 2. Segment eines Zotten-Längsschnittes (Hund).
„ 3. Segment eines Zotten-Querschnittes (Igel).
„ 4. Wand des centralen Zottenraums *(C)* am Längsschnitt.
„ 5. Wand des centralen Zottenraums *(C)* am Querschnitt.
„ 6. Segment der Zotten-Randzone mit Epithel (Hund).
„ 7. Ein Stück durch Auspinseln isolirten Balkengewebes mit eingelagertem Bindegewebskörperchen.

Anmerkung. Für Fig. 1 gilt die Vergrösserung: Ocul. II, Obj. 7, für alle übrigen die Vergrösserung: Ocul. III, Obj. à immersion 10. (Hartnack.)

Fig. 1

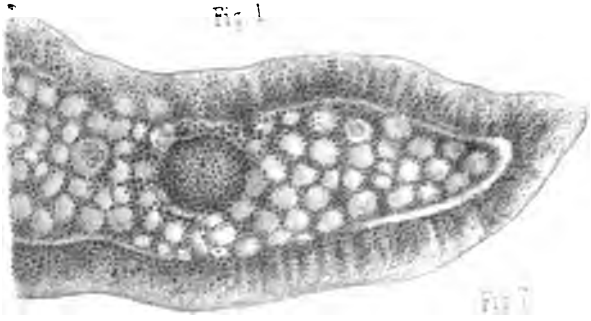


Fig. 2.

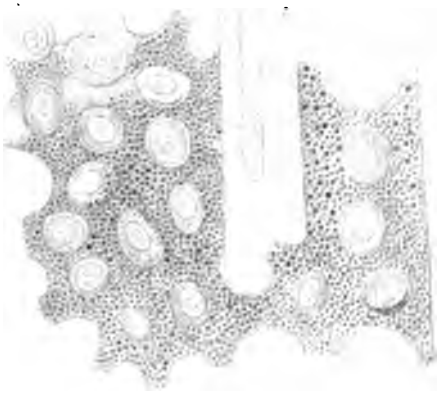


Fig 3.

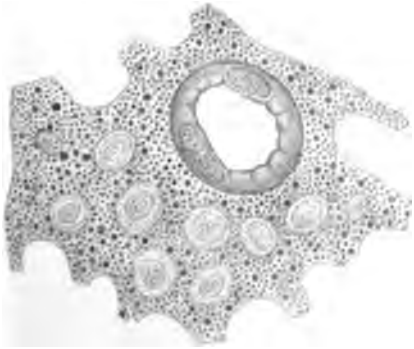


Fig 4.

Fig 5.

Fig 6

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXII. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

9.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XXIV. SITZUNG VOM 3. NOVEMBER 1870.

Herr Prof. Dr. L. Pfaundler in Innsbruck dankt mit Schreiben vom 22. October für seine Wahl zum correspondirenden Mitgliede der Akademie.

Die Marine-Section des k. u. k. Reichs-Kriegs-Ministerium theilt mit Zuschrift vom 25. October l. J. mit, daß es, dem von der k. Akademie der Wissenschaften gestellten Ansuchen entsprechend, bereits die nöthigen Verfügungen getroffen habe, damit Sr. Majestät Dampfer Triest, unter Commando des Linienschiffs-Capitän Oesterreicher und der Betheiligung einiger geeigneter Seeofficiere in Bereitschaft gesetzt werde, um an der von der Akademie in Anregung gebrachten Expedition zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniß am 22. December l. J. Theil zu nehmen.

Herr Prof. E. Stahlberger in Fiume übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Die Ebbe und Fluth in Fiume."

Herr Prof. Dr. Aug. Em. Reuss überreicht eine Abhandlung: „Die Foraminiferen des Septarienthones von Pietzbuhl."

Herr Sectionsrath Dr. K. Jelinek zeigt im Namen der Adria-Commission einen von Hipp in Neuchatel construirten und für die Station Lesina bestimmten Anemometer vor.

Herr Dr. Th. Ritt. v. Oppolzer legt die I. Abhandlung „über den Winnecke'schen Kometen (Komet III. 1819)" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, R., de' Fisiocritici: Revista scientifica. Anno I, fasc. 1—3 (1869); Anno II, fasc. 1—2 (1870). Siena; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 8. Jahrgang, Nr. 21. Wien, 1870; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1822—1823. (Bd. 76. 22—23.) Altona, 1870; 4°.

Carl, Ph., Repertorium für Experimental-Physik etc. VI. Bd., 4. Heft. München, 1870; 4°.

Cincinnati Observatory: Annual Report. June 1870. 8°.

Comitato, R., geologico d'Italia: Bollettino. Nr. 1—6. Firenze, 1870; 8°.

Gesellschaft für Meteorologie, österr.: Zeitschrift. V. Band, Nr. 20. Wien, 1870; 8°.

— physikalisch-ökonomische, in Königsberg: Geologische Karte der Provinz Preussen. Sect. 4. Tilsit. Folio.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXXI. Jahrg. Nr. 33—34. Wien, 1870; 8°.

Hamelitz. X. Jahrgang, Nr. 36—37. Odessa, 1870; 4°.

Landbote, Der steirische. 3. Jahrgang, Nr. 22. Graz, 1870; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1870, Nr. 26. Wien; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 16. Bd., 1870, Heft X. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 51—52, Vol. II. London, 1870; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. V, Nr. 6. Torino, 1870; 4°.

Prym, F. E., Zur Integration der gleichzeitigen Differentialgleichungen $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}$, $\frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}$. (Aus dem Journal für reine und angewandte Mathematik, Bd. 70.) 4°. — Über ein Randintegral. (Ebendaselbst, Bd. 71.) 4°. — Beweis zweier Sätze der Functionentheorie. (Ebendaselbst, Bd. 71.) 4°.

Stoliczka, F., Observations on some Indian and Malayan Amphibia and Reptilia. (From the Journ. of the Asiatic Society of Bengal, Vol. XXXIX, Part II. 1870.) 8°.

Verein für die deutsche Nordpolfahrt: Berichte über die Sitzungen nebst Anlagen. Bremen, 1870; 8°.

Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXXIV. Band, 1. Heft. Wien, 1870; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 50—51. Wien, 1870; 4°.

Über die Anziehung, welche eine Magnetisirungsspirale auf einen beweglichen Eisenkern ausübt.

Von Prof. Dr. A. v. Waltenhofen in Prag

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Juli 1870.)

Alles, was bis jetzt über die Anziehung einer Magnetisirungsspirale auf einen weichen Eisenkern bekannt geworden ist, beschränkt sich auf die Ergebnisse einiger Versuche von Hankel und Dub, welche einerseits die Proportionalität dieser Anziehung mit dem Quadrate der magnetisirenden Kraft constatirt und anderseits die relative Lage von Stab und Spirale ermittelt haben, bei welcher diese Anziehung ein Maximum ist.

Versuche über die Stromstärke, welche erforderlich ist, um bei vertikaler Stellung der Spirale einen weichen Eisenstab von bestimmtem Gewichte in derselben schwebend zu erhalten oder, was auf dasselbe hinaus kommt, über das Gewicht eines Eisenstabes, der bei solcher Lage der Spirale durch eine gegebene Stromstärke noch getragen werden kann — sind bisher nicht angestellt worden.

Es schien mir aber von großem Interesse zu sein, diese Beziehungen zu erforschen und insbesondere zu ermitteln, in welchem Verhältnisse die Stromstärken geändert werden müssen, um in der bezeichneten Weise mit einer und derselben Spirale nach und nach gleichlange Eisenstäbe von verschiedenem Gewichte zu heben.

In der That haben mich Versuche dieser Art zu sehr bemerkenswerthen Resultaten geführt, welche den Gegenstand dieser Abhandlung bilden sollen.

Die Anordnung des Apparates war folgende:

Die untersuchte Magnetisirungsspirale war an einem dazu passend eingerichteten Stative in vertikaler Lage festgehalten und zur Verminderung der Reibung der eingeführten Stäbe, welche sich bei stattfindender Anziehung stets an die Wand der Höhlung der

Spirale anlegen, mit einem in dieselbe eingeschobenen Glasrohre versehen, damit sich die Stäbe so viel als möglich wie freischwebende verhielten. — Unterhalb der so vorgerichteten Spirale befand sich eine weiche Unterlage in solcher Entfernung vom unteren Ende der Spirale, daß die bei zu geringer Stromstärke von der Spirale losgelassenen Stäbe nicht ganz herausfallen aber doch unter jene Stellung sinken konnten, welche der geringsten zum Tragen des Stabes erforderlichen Anziehung entspricht. — Zur Regulirung des von einer zweielementigen Kohlenzinkkette gelieferten Stromes diente ein Rheostat, während die Messung der Stromintensität an einer Gaugain'schen Tangentenbussole geschah, die zur Vermeidung störender Einwirkungen von Seite der magnetisirten Stäbe in beträchtlicher Entfernung von der Magnetisirungsspirale aufgestellt war. Endlich war noch ein Gyrotrop in die Leitung eingeschaltet, um mit jedem Stabe zwei Versuche bei entgegengesetzten Stromrichtungen machen zu können, aus deren Resultaten sodann das Mittel genommen wurde. Auf diese Art wurde zugleich der Einfluß des Erdmagnetismus, obgleich derselbe bei Versuchen dieser Art kaum von Belang sein dürfte, eliminirt, — insofern nämlich die vom Erdmagnetismus inducirte Magnetisirung des Stabes mit der von der Magnetisirungsspirale herrührenden bei der einen Stromrichtung übereinstimmend und bei der anderen entgegengesetzt war.

Die Ausführung der Versuche geschah in folgender Weise: Der untersuchte Stab wurde zunächst durch Anwendung einer entsprechenden Stromstärke gehoben und diese Stromstärke hierauf mittelst des Rheostaten allmälig so lange vermindert, bis man auf dem Punkte angelangt war, daß eine sehr geringe weitere Widerstandsvermehrung eine zum Tragen des Stabes nicht mehr hinreichende Stromstärke bedingte. Der aus der Spirale gleitende Stab wurde sofort mit der Hand unterstützt und wieder in seine zuletzt eingenommene Stellung gehoben. Durch ein leichtes Auf- und Abbewegen der Hand, während gleichzeitig mittelst des Rheostaten sehr langsam ein kleiner Widerstand ausgeschaltet wurde, konnte nunmehr leicht der Moment wahrgenommen werden, in welchem die Stromstärke den kleinsten zum Tragen des Stabes hinreichenden Betrag wieder erreicht hatte, welche Stromstärke dann an der Tangentenbussole sogleich abgelesen wurde. — Ich kann nicht unerwähnt lassen, daß die Bestimmung dieser Stromstärke, wie ich mich vielfach

überzeugt habe, einer großen Schärfe fähig ist, indem nach einander mit einem und demselben Stabe wiederholte Versuche bei sorgfältiger Ausführung stets sehr genau übereinstimmende Ablesungen an der Tangentenbussole ergeben haben.

Der beschriebene Versuch wurde sodann mit demselben Stabe bei entgegengesetzter Stromrichtung wiederholt.

Ich erhielt auf diese Art zwei Ablesungen an der Tangentenbussole, deren Mittelwerth im Folgenden durchwegs der Berechnung der kleinsten Stromstärke, welche zum Tragen des untersuchten Stabes erforderlich war, zu Grunde liegt, oder vielmehr des entsprechenden magnetischen Momentes x der Magnetisirungsspirale, wobei, so wie bei den angegebenen magnetischen Momenten y der untersuchten Stäbe, eine Million von absoluten Einheiten als Einheit angenommen worden ist.

Die zum Tragen der Stäbe erforderlichen Momente x der Spirale wurden nämlich mit den Momenten y der Stäbe verglichen, welche dieselben unter Einwirkung der gleichen Stromstärken in derselben Magnetisirungsspirale erlangt hätten, wenn sie ganz in die Spirale eingeschoben gewesen wären, nämlich so, daß die Mitte der Spirale mit der Mitte des Stabes coincidirte, wie es bei meinen elektromagnetischen Untersuchungen über die Müller'sche Formel stets der Fall war.

Diese Stabmagnetismen mußten also vorerst ermittelt werden, wovon nun zunächst die Rede sein soll.

Ich bediente mich zu diesem Zwecke meines in früheren Abhandlungen (z. B. „über das elektromagnetische Verhalten des Stahles" im 48. Bande der Sitzungsberichte) bereits mehrfach erwähnten magnetischen Meßapparates, indem ich der Reihe nach die bei den später beschriebenen Tragkraftsversuchen benutzten Spiralen als Magnetisirungsspiralen auf die betreffenden nahezu gleich langen Stäbe als Eisenkerne wirken ließ und aus den an der Bussole beobachteten Ablenkungen, bei welchen die Einwirkung der Magnetisirungsspirale durch eine Compensationsspirale eliminirt war, die den successive angewendeten Stromstärken entsprechenden magnetischen Momente der Stäbe ermittelte.

Die untersuchte Magnetisirungsspirale befand sich jedesmal in der ersten Hauptlage westlich gegenüber der die Stelle des Magneto-

meters vertretenden Meßtischbussole [1]) in solcher Entfernung, daß die Mitte der Spirale 546·5 Mm. vom Drehungspunkte der Deklinationsnadel abstand, während eine beliebige andere hierzu geeignete Spirale, in entsprechender Entfernung östlich von der Meßtischbussole angebracht, als Compensationsspirale diente, deren genau richtige Einstellung vor jeder Versuchsreihe stets sorgfältig erprobt und nöthigenfalls rectificirt wurde. — Die Horizontalintensität des Erdmagnetismus am Standorte der Meßtischbussole betrug 1·725 und am Standorte der zur Messung der magnetisirenden Ströme in entsprechender Entfernung aufgestellten Tangentenbussole 1·752 [2]).

Bei diesen Messungen wurde in derselben Weise vorgegangen, wie ich es in meinen elektromagnetischen Untersuchungen über die Müller'sche Formel (im 52. Bande der Sitzungsberichte) beschrieben habe, nur mit dem Unterschiede, daß jede Messung auch bei entgegengesetzter Stromrichtung wiederholt wurde, wobei jedesmal zuerst der Rheostat so regulirt wurde, daß die Tangentenbussole die der beabsichtigten Stromstärke entsprechende Ablenkung anzeigte und hierauf die Ablesung an der Meßtischbussole geschah. Auf diese Art ergaben sich für jede Stromstärke (beziehungsweise für jedes Moment x der Spirale) zwei Winkelablesungen an der Meßtischbussole, deren Mittel sodann der Berechnung des entsprechenden magnetischen Momentes y des untersuchten Stabes zu Grunde gelegt wurde.

Diese Versuche erstreckten sich zunächst auf folgende zwei Spiralen und je drei Eisenstäbe.

1. Eine von diesen Magnetisirungsspiralen ist die in meiner Abhandlung „über die Grenzen der Magnetisirbarkeit" (59. Band der Sitzungsberichte) mit Nr. IX bezeichnete. Sie ist 91 Mm. lang, 20 Mm. weit, und hat 4 Drahtlagen von je 24 Windungen. In die-

---

[1]) Die Bussole ist zu diesem Zwecke mit besonderer Sorgfalt gearbeitet und mit einer äußerst empfindlichen und sehr scharfe Ablesungen gestattenden Balkennadel versehen.

[2]) Wiederholte genaue Messungen mit einem Lamont'schen Theodolithen an verschiedenen Stellen des Arbeitszimmers haben nämlich in diesem nicht eisenfreien Lokale für verschiedene Standorte beträchtlich verschiedene Werthe herausgestellt und zugleich sämmtliche bedeutend kleiner als der erdmagnetischen Intensität in Prag an einem eisenfreien Beobachtungsorte entspricht.

ser Spirale wurden drei prismatische Stäbchen von quadratischem Querschnitte untersucht, welche im Folgenden mit P_1, P_4 und P_9 bezeichnet werden sollen, deren Gewichte (nahezu im Verhältnisse 1 : 4 : 9 zu einander stehend) beziehungsweise 5·12, 20·57 und 45·56 Grammen betragen. Alle drei Stäbchen haben die gleiche Länge von 103 Mm.

2. Die andere Spirale, sie soll mit Nr. X bezeichnet werden, unterscheidet sich von der vorigen (bei gleichem inneren und äußeren Durchmesser und gleicher Drahtdicke) nur durch ihre doppelte Länge und Windungszahl. In dieser Spirale wurden 19 Centimeter lange Stäbe, die ich mit *A* bis *H* bezeichnet habe, untersucht, von welchen jedoch hier auch nur drei, die mit *A*, *G* und *H* bezeichneten, in Betracht kommen sollen, nämlich der schwerste (*A*), der leichteste (*H*) und einer (*G*) von ungefähr mittlerem Gewichte. Die Gewichte der Stäbe *A*, *G* und *H* sind beziehungsweise 130·70, 67·78 und 9·66 Grammen.

Endlich habe ich auch noch

3. mit der in meinen oben citirten elektromagnetischen Untersuchungen mit Nr. I bezeichneten Spirale von 91 Mm. Länge, 30 Mm. Weite und 6 Drahtlagen von je 24 Windungen, Tragkraftsversuche gemacht und dabei die bereits oben erwähnten Stäbchen P_1, P_4 und P_9 und außerdem noch ein viertes ebenfalls 103 Mm. langes in der soeben citirten Abhandlung mit Nr. 1 bezeichnetes cylindrisches Stäbchen von beiläufig 1 Mm. Durchmesser (0·76 Grammen schwer) benutzt. — Für diese Spirale bedurfte es jedoch zur Ermittlung der magnetischen Momente der angeführten Stäbchen keiner besonderen Versuche mehr, nachdem ich solche mit der nämlichen Spirale und den nämlichen Stäbchen schon bei früheren Arbeiten ausgeführt hatte, deren Resultate daher nur aus den bezüglichen Abhandlungen, auf die ich dießfalls hinweise [1]), entnommen worden sind.

Ich lasse nachstehend eine Zusammenstellung dieser Versuchsresultate folgen, wobei jedoch für jene Stäbe, deren y mit den x sehr nahe proportional sind, nur wenige zusammengehörige Werthe von x und y, welche zur Bestimmung der von einer Geraden innerhalb

---

[1]) Diese Abhandlungen sind: Die bereits citirte über die Müller'sche Formel und deren vor Kurzem erschienene Fortsetzung.

der Beobachtungsgrenzen wenig abweichenden Intensitätscurve hinreichen, angegeben wurden. Die eingeklammert beigefügten Zahlen sind durch Interpolation ermittelt [1]).

Spirale	$x=$	2	4	6	8	10	15	20	25	Stab	Gewicht
I	y	0·73	0·91	0·96	1·04	1·12	1·17	—	—	Nr. 1	0·76
		1·40	2·99	4·28	5·27	5·88	6·55	—	—	P_1	5·12
		—	—	6·81	—	10·93	15·87	(20·81)	—	P_4	20·57
		—	5·37	—	—	—	20·17	—	(33·62)	P_9	45·56
	$x=$	0·96	1·93	3·85	7·71	11·56	15·41	23·12	—	—	—
IX	y	—	3·26	5·68	7·20	7·93	—	—	—	P_1	5·12
		—	4·59	9·28	18·63	25·20	—	—	—	P_4	20·57
		—	—	11·87	23·84	36·56	—	—	—	P_9	45·56
X	y	—	—	—	14·42	—	16·04	17·16	—	H	9·66
		—	—	—	59·32	—	93·36	105·5	—	G	67·78
		—	—	—	70·96	—	143·50	187·80	—	A	130·70

Diese Resultate sind, mit Ausnahme derjenigen, welche sich auf das Stäbchen Nr. 1 beziehen, auf der beigefügten Tafel graphisch dargestellt, und zwar, in den dort angegebenen Verhältnissen.

Man bemerkt, daß jedes dieser Systeme von je drei Curven von einer vierten (punktirten) Linie durchschnitten ist, welche augenscheinlich so wenig von einer Geraden abweicht, daß sie in den beigefügten Zeichnungen nicht davon zu unterscheiden ist. Ihre Bedeutung läßt sich kurz in folgender Weise angeben.

---

[1]) Nämlich unter Voraussetzung der Proportionalität nach der Formel

$$y - y' = \frac{y'' - y'}{x'' - x'}(x - x'),$$

wobei $x' = 10$ und $x'' = 15$ und für P_9 $x' = 4$ und $x'' = 15$ genommen wurden.

Die Abscissen ihrer Durchschnittspunkte mit den Intensitätscurven der einzelnen Stäbe geben die kleinsten Stromstärken (beziehungsweise Momente der Spiralen) an, welche eben hinreichen die betreffenden Stäbe in den dazugehörigen Spiralen schwebend zu erhalten. Diese Linie soll der Kürze wegen die „Gleichgewichtslinie" genannt werden.

Ich habe nämlich, wie in der Einleitung dieser Abhandlung bereits näher erörtert wurde, diese Stromstärken für die angeführten Spiralen und Stäbe durch sorgfältige Versuche ermittelt und bin dabei zu dem Resultate gelangt, daß die Differenzen der kleinsten Stromstärken, welche erforderlich sind, um in der Spirale gleichlange Stäbe von verschiedenem Gewichte zu tragen, sich wie die Differenzen der magnetischen Momente verhalten, welche die gleichen Stromstärken in denselben Stäben bei symmetrischer Lage in der Spirale hervorgebracht hätten.

Bezeichnet man also die zwischen diesem Momente y eines Stabes vom Gewichte γ und der magnetisirenden Stromstärke x (die wir uns in der bereits angegebenen Weise durch das magnetische Moment der Spirale gemessen denken) stattfindende Beziehung — wie sie z. B. in der Müller'schen Formel annähernd ausgedrückt wird — im Allgemeinen mit $y = f(\gamma, x)$, wobei die Form dieser Funktion durch die Beschaffenheit der Spirale bedingt ist, — und denkt sich für eine bestimmte Spirale die verschiedenen Stabgewichten entsprechenden zusammengehörigen Werthe von y und x graphisch dargestellt, — so gibt es für jede Spirale eine Gerade $y = ax - b$, welche sämmtliche Curven $y = f(\gamma, x)$ in der Art schneidet, daß die Abscissen der Durchschnittspunkte die kleinsten Stromstärken darstellen, durch welche die betreffenden Stäbe in der Spirale noch schwebend erhalten werden.

Ich will nun die Versuchsresultate anführen, aus welchen ich diese Folgerung abgeleitet habe. Sie sind aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich, welche für die bezeichneten Spiralen und Stäbe unter der Rubrik „Abscisse" die mehrfach erwähnte zum Heben der Stäbe erforderliche kleinste Stromstärke oder vielmehr das derselben entsprechende magnetische Moment der Spirale enthält und unter der Rubrik „Ordinate" die magnetischen Momente, welche eben diese Stäbe bei symmetrischer Lage in der nämlichen Spirale durch die

gleichen Stromstärken erlangt haben würden; welche Momente aus den in der obigen Tabelle bereits angeführten Resultaten leicht ermittelt werden konnten. Diese Werthe von x und y sind also die Coordinaten der Durchschnittspunkte der auf den beigefügten Tafeln punktirten Linien mit den magnetischen Intensitätscurven $y = f(\gamma, x)$ der betreffenden Stäbe. Die mit „Neigungstangente" überschriebene Rubrik enthält die Tangenten der Neigungswinkel, welche die Verbindungslinie je zweier solcher Durchschnittspunkte mit der Abscissenaxe einschließt, und die letzte Rubrik diese Neigungswinkel selbst. Die beiden letzten Daten lassen beurtheilen, mit welcher Annäherung der geometrische Ort der besagten Durchschnittspunkte als eine Gerade betrachtet werden kann, was in aller Schärfe, wie ich später zeigen werde, allerdings nicht der Fall sein kann, und womit eben nur gesagt sein will, daß die Curve, welche jenem geometrischen Orte der Durchschnittspunkte entspricht, innerhalb der bisherigen Beobachtungen mit einer Geraden so nahe zusammenfällt, daß die Abweichung davon noch nicht mit hinreichender Sicherheit constatirt werden konnte.

Spirale	Stab	Abscisse	Ordinate	Neigungstangente	Neigungswinkel
I	P_1	$x' = 14{\cdot}27$	$y' = 6{\cdot}45$	$\frac{y''-y'}{x''-x'} = 2{\cdot}34$	66°52'
	P_4	$x'' = 20{\cdot}71$	$y'' = 21{\cdot}53$		
	P_9	$x''' = 27{\cdot}43$	$y''' = 35{\cdot}74$	$\frac{y'''-y''}{x'''-x''} = 2{\cdot}11$	64°39'
IX	P_1	$x' = 5{\cdot}71$	$y' = 6{\cdot}40$	$\frac{y''-y'}{x''-x'} = 5{\cdot}06$	78°49'
	P_4	$x'' = 8{\cdot}34$	$y'' = 19{\cdot}70$		
	P_9	$x''' = 11{\cdot}13$	$y''' = 34{\cdot}40$	$\frac{y'''-y''}{x'''-x''} = 5{\cdot}27$	79°15'
X	H	$x' = 18{\cdot}47$	$y' = 16{\cdot}50$	$\frac{y''-y'}{x''-x'} = 37{\cdot}77$	88°29'
	G	$x'' = 20{\cdot}72$	$y'' = 101{\cdot}50$		
	A	$x''' = 23{\cdot}79$	$y''' = 191{\cdot}80$	$\frac{y'''-y''}{x'''-x''} = 29{\cdot}41$	88°3'

Verbindet man die durch die angeführten Coordinaten bezeichneten Punkte x', y'; x'', y''; x''', y''' u. s. w., so erhält man für jede Spirale eine gebrochene Linie, deren einzelne Strecken bei jedem

Curvensystem nahezu gleiche Neigungen gegen die Abscissenaxe haben. Der geometrische Ort der bezeichneten Punkte stellt sich demnach als eine Linie dar, die innerhalb des Bereiches der gemachten Versuche sehr wenig von einer Geraden abweicht. — Mit sehr großer Annäherung gilt dieß für die den Spiralen IX und X angehörigen Curvensysteme, welche von der Gleichgewichtslinie in Punkten geschnitten werden, deren Verbindungslinien in ihren Neigungen gegen die Abscissenaxe um weniger als einen halben Grad von einander abweichen, was die Annahme einer schneidenden Geraden mit der größten bei Versuchen dieser Art erreichbaren Präcision bestätigen würde.

Dagegen ist nicht zu übersehen, daß beim Curvensysteme der weiteren Spirale I größere Abweichungen hervortreten, zumal wenn man auch auf das in der ersten Tabelle angeführte Stäbchen Nr. 1 Rücksicht nehmen will [1]).

Dieses wurde nämlich bei einer Stromstärke $x_0 = 12{\cdot}44$, der ein Moment $y_0 = 1{\cdot}15$ entsprechen würde, schwebend erhalten, während für P_1 $x_1 = 14{\cdot}27$ und $y_1 = 6{\cdot}45$ war, woraus für die Verbindungslinie der Punkte x_0, y_0 und x', y' die Neigungstangente 2·90 hervorgehen würde, während dieselbe für die Verbindungslinien der Punkte x', y' und x'', y'' dann x'', y'' und x''', y''' beziehungsweise 2·34 und 2·11 betrug.

Die das Curvensystem dieser Spirale schneidende Linie würde sich demnach als eine gegen die Abscissenaxe concave Curve darstellen.

In ihrem weiteren Verlaufe scheint diese Curve dann gegen die Abscissenaxe convex zu werden; — wenigstens deuten darauf Versuche hin, die ich mit derselben Spirale I mit schwereren Stäben, als die oben angeführten, angestellt habe. Diese Stäbe waren die in meinen Abhandlungen über die Müller'sche Formel mit P_{16}, Nr. 8 und Nr. 9 bezeichneten von beziehungsweise 81·10; 127·94 und 247·33 Grammen Gewicht.

Sie wurden bei den Stromstärken $x = 33{\cdot}29$; 39·23 und 47·44 gehoben, wofür die Müller'sche Formel die Ordinaten $y = 50{\cdot}82$;

---

[1]) Es scheint allerdings etwas weniger weich zu sein, als die anderen Stäbchen, was zur Vergrößerung des entsprechenden Werthes von x jedenfalls mit beigetragen hat.

69·44 und 103·01 gibt. Hieraus findet man für die Neigungstangenten der beziehungsweise zwischen den Curven P_9 und P_{16}; P_{16} und Nr. 8; Nr. 8 und Nr. 9 liegenden Stücke der schneidenden Linie (diese einzelnen Stücke als gerade betrachtet) die Zahlen 2·57; 3·13 und 4·09; im Ganzen also von Nr. 1 bis Nr. 9 die Tangentenwerthe 2·90, 2·34, 2·11, 2·57, 3·13 und 4·09, welche einer Winkeländerung innerhalb der Grenzen von 65 bis 76 Graden entsprechen, und deren Aufeinanderfolge, wie ich bereits bemerkt habe, auf eine Inflexion der anfangs concaven nnd späterhin convexen schneidenden Curve hindeutet.

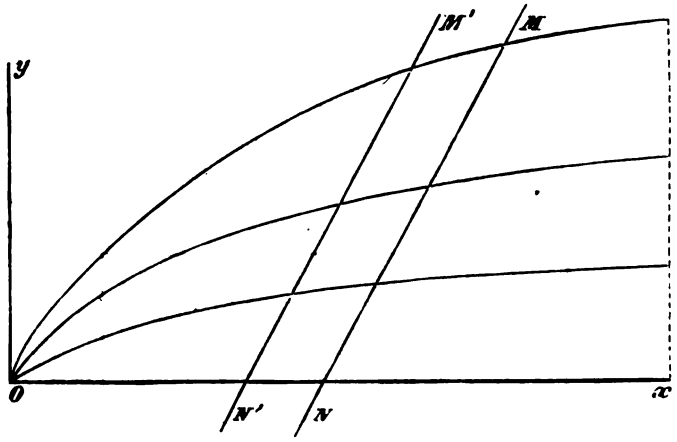
In der That ist von vornherein unwahrscheinlich, daß der geometrische Ort jener Durchschnittspunkte in aller Strenge eine Gerade sein sollte und wäre diese Annahme auch mit einer anderen aus meinen Versuchen hervorgehenden Relation, die ich später besprechen werde, nicht vereinbar, — doch will ich vorderhand die genauere Untersuchung dieser fraglichen Curve dahingestellt sein lassen und mich in dieser Hinsicht auf die Thatsache beschränken, daß diese Curve jedenfalls innerhalb weiter Grenzen sehr wenig von einer Geraden abweicht und daher annähernd als eine solche bezeichnet werden darf.

In sehr hohem Grade gilt dieß, wie gesagt, von den Versuchen mit den Spiralen IX und X, wobei die Übereinstimmung der Neigungswinkel 78°49′ und 79°15′, dann 88°29′ und 88°3′ in der That nichts zu wünschen übrig läßt. Bei den Versuchen mit Spirale I entspricht die Änderung der Neigungstangenten für die Verbindungslinien der in den Curven P_1, P_4 und P_9 liegenden Schnittpunkte auch weniger als $2^1/_2$ Graden. Innerhalb dieses Intervalles, welches jenem der Versuche mit der Spirale IX entspricht, ist also mit Rücksicht auf die bei Versuchen dieser Art unvermeidlichen Beobachtungsfehler die Abweichung von einer Geraden kaum mit Sicherheit erkennbar. Zieht man das weit größere Intervall zwischen den Curven Nr. 1 und Nr. 9 in Betracht, so begegnet man allerdings Änderungen jener Neigungswinkel, welche entschieden zeigen, daß man es hier mit einer Curve zu thun hat; die Krümmung derselben erscheint aber immer noch als eine sehr geringe, wenn man erwägt, daß die den äußersten Grenzwerthen entsprechende Änderung der Neigungswinkel im Betrage von etwa 11 Graden sich auf ein Intervall vertheilt, inner-

halb dessen das Gewicht der Stäbe im Verhältnisse von 1 zu 325 anwächst[1]).

Aus den Zahlen der vorstehenden Tabelle entnimmt man ferner, daß die das Curvensystem $y = f(\gamma, x)$ schneidende Gerade einen desto größeren Winkel mit der Abscissenaxe einschließt, je enger und je länger die Magnetisirungsspirale genommen wird. Übrigens zeigt diese Gerade in allen drei Versuchsreihen eine solche Lage, daß sie die positive Halbaxe der Abscissen und die negative der Ordinaten schneidet.

Endlich habe ich gefunden, daß bei Versuchen mit derselben Spirale aber mit mehr oder weniger weichen Eisenstäben, die Abscissen der Durchschnittspunkte, wie vorauszusehen war, desto kleiner ausfallen, je weicher die Stäbe sind, während die Neigung der Verbindungslinien dieser Durchschnittspunkte gegen die Abscissenaxe dabei kaum merklich geändert wird, so, daß also die parallelen Geraden $y = ax - b$, $y = ax - b'$, $y = ax - b''$ u. s. w. Versuchen mit derselben Spirale aber mit Stäben, die in verschiedenem Grade weich sind, entsprechen. — Hat man also eine solche Versuchsreihe



ausgeführt und für dieselbe die schneidende Gerade MN construirt und wiederholt man sodann die Versuche z. B. mit denselben Stäben, nachdem man sie besser ausgeglüht hat, so werden die Stäbe in Folge

[1]) Siehe den „Zusatz" am Schlusse der Abhandlung.

ihrer erhöhten Magnetisirbarkeit, durchwegs schon bei kleineren Stromstärken gehoben werden und zwar in der Art, daß die graphische Darstellung der wiederholten Versuche eine parallele Verschiebung jener schneidenden Geraden in die Lage MN' herausstellt. Eine solche Verschiebung gegen den Ursprung der Coordinaten tritt auch ein, wenn die Reibung der Stäbe in der Höhlung der Spirale vergrößert wird, z. B. durch Entfernung des zur Verminderung dieser Reibung bei meinen Versuchen eingeschobenen Glasrohres.

Insofern mit einiger Annäherung die Annahme gestattet sein mag, daß die magnetischen Momente η der durch die kleinsten Stromstärken x schwebend erhaltenen, also aus der Spirale nach unten möglichst weit herausragenden Stäbe zu den Momenten y, welche dieselben Stäbe bei symmetrischer Lage in derselben Spirale durch die gleichen Stromstärken erhalten würden, in einem constanten Verhältnisse stehen, führt die Voraussetzung, daß das Gewicht γ des getragenen Stabes dem Produkte $x\eta$ proportional sei, auch zur Annahme der Proportionalität zwischen γ und xy für die einzelnen Stäbe bei einer und derselben Spirale.

Um die Zulässigkeit dieser Annahme, nach welchem der Quotient $\frac{\gamma}{xy}$ einen von der Form der Spirale abhängigen aber bei derselben Spirale für verschiedene gleichlange Stäbe constanten Werth haben müßte, an der Übereinstimmung mit der Erfahrung zu prüfen, habe ich jene Quotienten aus meinen Versuchen berechnet und bin dabei zu folgenden Ergebnissen gelangt.

Stab	Spirale		
	I	IX	X
Nr. 1	0·053	—	—
P_1	0·056	0·140	—
P_4	0·046	0·125	—
P_9	0·046	0·119	—
H	—	—	0·032
G	—	—	0·032
A	—	—	0·029

Man sieht hieraus, daß zwar im Allgemeinen die Werthe dieses Quotienten mit zunehmender Stabdicke abnehmen, aber so langsam, daß der in einem bestimmten Falle ermittelte Quotient $\frac{\gamma}{xy}$ bei derselben Spirale innerhalb ziemlich weiter Grenzen für gleichlange Stäbe von verschiedenem Gewichte als constant betrachtet werden kann.

Für das Bereich der Grenzen, innerhalb welcher diese Relation $\frac{\gamma}{xy} = \text{const.}$ oder $xy = \frac{\gamma}{c}$ Geltung hat, müßte deren Verbindung mit der Müller'schen Gleichung $y = \beta\gamma \operatorname{arc\,tg.} \frac{x}{\alpha\gamma^{\frac{1}{4}}}$ durch Elimination von γ den geometrischen Ort der mehrfach erwähnten Durchschnittspunkte geben und ist schon hieraus ersichtlich, daß derselbe nicht eigentlich als eine Gerade angesehen werden darf, wenn er sich auch innerhalb gewisser Grenzen annähernd als eine solche darstellt.

Experimentirt man mit gleichlangen Stahlstäben von verschiedener Härte, deren Gewichte entweder gleich, oder so wenig verschieden sind, daß man $\frac{\gamma}{xy}$ als constant annehmen darf, so führen die zur Hebung der verglichenen Stäbe erforderlichen Stromstärken x zur Kenntniß der entsprechenden Momente $y = \frac{\gamma}{cx}$, aus welchen man, wie ich bei einer anderen Gelegenheit („Über das magnetische Verhalten des Stahles" im 48. Bande der Sitzungsberichte) gezeigt habe, die correspondirenden Härtegrade ermitteln kann.

Handelt es sich nicht gerade um die Härtegrade in dem von mir in der citirten Abhandlung aufgestellten Sinne, sondern vielmehr nur überhaupt um die Nachweisung von Härte-Unterschieden, so lassen sich diese sehr leicht durch die Vergleichung der zum Heben gleichlanger und gleichschwerer Stahlstäbe erforderlichen Stromstärken ermitteln; ein Verfahren, welches viel einfacher und leichter auszuführen ist, als das in jener Abhandlung beschriebene.

Die Spiralanziehung kann auch dazu dienen, in einem und demselben Stabe ungleich harte Stellen, welche gleichweit von der Mitte

des Stabes abstehen, zu erkennen. Sehr auffallend zeigt sich dieß z. B. wenn man einen an seinen Enden ungleich gehärteten Stab so in einer Spirale hin- und herbewegt, als wenn man ihn nach dem Elias'schen Verfahren magnetisiren wollte. Die weichere Hälfte des Stabes macht sich dabei sofort durch eine stärkere Anziehung von Seite der Spirale bemerkbar.

Jedenfalls bietet die Beobachtung des magnetischen Verhaltens ein treffliches Hilfsmittel bei der Untersuchung der Härte von Stahlstäben und lassen sich auf dieses Princip, wie aus meinen Andeutungen hervorgeht, verschiedene mehr oder weniger empfindliche Härteproben gründen. Welche Feinheit in der Unterscheidung von Härte-Abstufungen auf diesem Wege nöthigenfalls erreichbar ist, habe ich in meiner oben citirten Abhandlung über diesen Gegenstand hinlänglich nachgewiesen.

Zusatz.

In meiner ersten Abhandlung über die Müller'sche Formel habe ich gezeigt, daß sich dieselbe den Beobachtungen am genauesten anschließt, so lange die Stabdurchmesser die halbe Weite der Spirale nicht überschreiten, über welche Grenze hinaus dann Abweichungen hervortreten, die bei Stabdurchmessern über $^2/_3$ von der Weite der Spirale schon so bedeutend sind, daß die Formel unbrauchbar wird. Überträgt man dieselbe Einschränkung, — nämlich auf Stäbe, deren Durchmesser die halbe Weite der Spirale nicht überschreiten, — auch auf die beschriebenen Tragkraftsversuche mit einer Magnetisirungsspirale, so erhält man damit, wie meine bisherigen Beobachtungen zeigen, auch die Grenzen, innerhalb welcher die mehrfach erwähnte „Gleichgewichtslinie" so wenig von einer Geraden abweicht, daß sie mit befriedigender Annäherung als eine solche betrachtet werden kann.

In Folge dieser Einschränkung wird z. B. bei den Versuchen mit Spirale I der Stab Nr. 9 ausgeschlossen, so daß dann nur mehr die Stäbe Nr. 1, P_1, P_4, P_9, P_{16} und Nr. 8 in Betracht kommen, zwischen deren Curven ($y = f(\gamma, x)$) solche Segmente der Gleichgewichtslinie liegen, deren Sehnen mit der Abscissenaxe Winkel bilden, für die sich oben die Tangenten 2·90, 2·34, 2·11, 2·57 und 3·13 ergeben haben. Nimmt man aus diesen Zahlen das Mittel

$2{\cdot}61 = \text{tg } 69°2'$, so läßt sich leicht zeigen, daß eine unter diesem Winkel gegen die Abscissenaxe geneigte Gerade $y = ax - b$, bei gehöriger Wahl von b, alle jene Curven $y = f(\gamma, x)$ in Punkten schneidet, deren Abscissen von den durch den Versuch ermittelten zur Hebung der Stäbe erforderlichen Stromstärken in der That nur sehr wenig abweichen. Führt man diese Gerade z. B. durch den Halbirungspunkt der Verbindungslinie der den beiden äußersten Curven Nr: 1 und Nr. 8 angehörigen Schnittpunkte (welchen die beobachteten Abscissen 12·44 und 39·23 entsprechen), so wird ihre Gleichung

$$y = 2{\cdot}61\ x - 31{\cdot}95$$

durch deren Verbindung mit den Gleichungen der Intensitätscurven die unten angeführten berechneten Werthe für die Abscissen der Durchschnittspunkte gefunden worden sind [1]).

Bei den Versuchen mit den beiden andern Spiralen IX und X trifft die oben erwähnte Einschränkung bezüglich der Dicke der angewendeten Stäbe ohnedieß zu, und konnten daher für alle diesen Stäben entsprechenden Curven die Abscissen der Durchschnittspunkte mit den die Gleichgewichtslinien darstellenden Geraden ($y = 5{\cdot}16\,x - 23{\cdot}05$ für die Spirale IX und $y = 33{\cdot}59\,x - 605{\cdot}61$ für die Spirale X) ganz in derselben Weise berechnet werden.

Die Resultate sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt, welche — neben den durch die Versuche ermittelten zur Hebung der Stäbe erforderlichen Stromstärken — unter der Rubrik „berechnet“ auch diejenigen enthält, welche sich aus der Annahme der oben erwähnten die magnetischen Intensitätscurven schneidenden Geraden als Abscissen der Durchschnittspunkte ergeben.

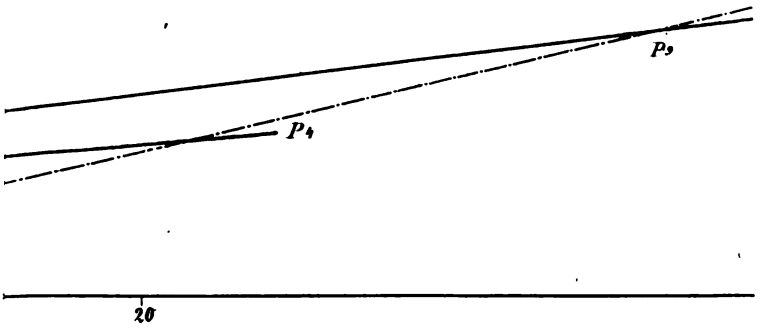
---

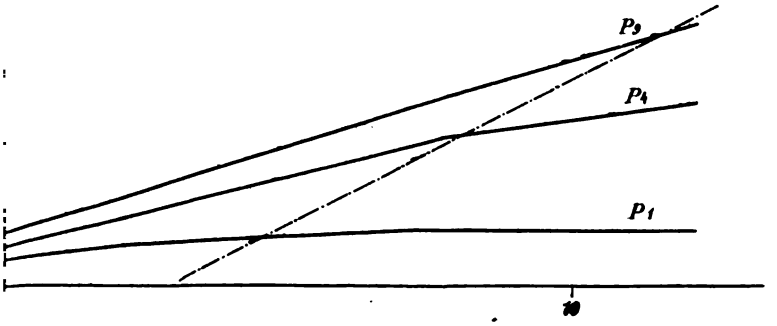
[1]) Wobei es innerhalb der Grenzen der Giltigkeit des Lenz-Jacobi'schen Gesetzes wohl gestattet war, anstatt der Müller'schen Gleichungen die Gleichungen für die geradlinigen Verlängerungen der aus den Versuchsresultaten hervorgehenden Curvenstücke zu benützen, wie dieß bereits in der Anmerkung zur ersten Tabelle bezüglich der Stäbe P_4 und P_9 erklärt worden ist.

Spirale	Stab	Zur Hebung des Stabes erforderliche Stromstärke	
		berechnet	beobachtet
I	Nr. 1	12·68	12·44
	P_1	14·71	14·27
	P_4	20·36	20·71
	P_9	25·25	27·43
	P_{16}	33·45	33·29
	Nr. 8	39·91	39·33
IX	P_1	5·71	5·71
	P_4	8·26	8·34
	P_9	11·54	11·13
X	H	18·53	18·47
	G	21·07	20·72
	A	23·72	23·79.

Die einzige nennenswerthe Abweichung bei dem Stabe P_9 in der Spirale I rührt offenbar von einer kleinen Unregelmäßigkeit dieser Curve P_9 selbst her, die sich in der That bei der ersten Magnetisirung dieses Stabes gezeigt hat. Im Übrigen ist die Übereinstimmung durchwegs eine so vollkommene, daß die Richtigkeit der ausgesprochenen Behauptung, nach welcher die fragliche Gleichgewichtslinie für dünne Stäbe als eine Gerade bezeichnet werden darf, wohl keinem Zweifel unterliegen kann.

Prag, im Juli 1870.





Aus d. k.k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Einheiten sind in Fig. 3 zweimal kleiner als in den beiden anderen

Digitized by Google

Über den Winnecke'schen Kometen.

(Komet. III. 1819).

(I. Abhandlung.)

Von dem c. M. Dr. **Theodor Ritter v. Oppolzer,**

Der bekannte Kometenentdecker Pons in Marseille hatte am 13. Juni 1819 einen kleinen Kometen, den dritten dieses Jahres, entdeckt, den er selbst nur bis zum 29. Juni verfolgte; Carlini in Mailand fand den Kometen am 14. Juli wieder auf und verfolgte denselben durch wenige Tage bis zum 19. Juli. Encke's Rechnungen (Berl. Astr. Jahrbuch 1822), die anfänglich nur den Marseiller Beobachtungen angeschlossen waren, ließen sofort eine sehr beträchtliche Abweichung der Bahn von einer Parabel erkennen, die Bestimmung der elliptischen Elemente mußte nothwendig in Folge der kurzen Zwischenzeit sehr unsicher ausfallen; er nahm deßhalb, als ihm die Mailänder Beobachtungen bekannt wurden, die Rechnung neuerdings vor, und fand die folgenden Elemente (Berl. Astr. Jahrbuch 1823), die sich durch die nach 38 Jahren wiedererfolgte Entdeckung auf das glänzendste bewährten.

☄ III. 1819.

$T = 1819$ Juli 18. 93742 m. Berliner Zeit

$\pi = 274^\circ 40' 51''2$
$\Omega = 113\ 10\ 45 \cdot 8$ } m. Äquinoct. 1819 Juli 1, 0
$i = 10\ 42\ 47 \cdot 6$

$\varphi = 49\ 2\ 31 \cdot 2$

$\mu = 831''6001$

$\log a = 0 \cdot 4997096.$

Am 8. März 1858 entdeckte Winnecke in Bonn einen Kometen (☄ II. 1858), und erkannte sofort nachdem Krüger in Bonn die ersten parabolischen Elemente gerechnet hatte, die Identität dieses

Kometen mit dem dritten Kometen des Jahres 1819. Der Komet wurde auf der nördlichen Hemisphäre bis zum 2. Mai beobachtet und später am 26. Mai von Moesta in St. Jago aufgefunden und bis zum 22. Juni beobachtet. Diese Erscheinung bot die Hilfsmittel dar, den Kometen im Jahre 1868 aufzufinden, nachdem die Wiederkehr im Jahre 1863 (November) unbeobachtet vorübergegangen war; Linsser in Pulkawa, den leider der Tod allzufrüh der Wissenschaft entrissen hat, hatte die Vorausberechnung des Laufes dieses Kometen mit Rücksicht auf die Störungen durch Jupiter durchgeführt; nachdem sich durch die Beobachtungen des Jahres 1869 in Verbindung mit den Linsser'schen Störungswerthen (Astr. Nachr. Bd. 74 pag. 45) ein genauerer Werth für die osculirende tägliche mittlere siderische Bewegung des Kometen ermitteln ließ für die Erscheinung des Jahres 1858 (ein Element welches sich bekanntlich aus einer Erscheinung nur meist mit sehr großer Unsicherheit bestimmen läßt) so berechnete ich aus den Beobachtungen des Jahres 1858 unter der Annahme $\mu = 638''69$ die folgenden Elemente:

$\mathfrak{P}$ II. 1858.

$T = 1858$ Mai $2{\cdot}07389$ mittl. Berliner Zeit

$\pi = 275^\circ 38' 45''54$
$\Omega = 113\ 31\ 59{\cdot}31$
$i = 10\ 48\ 6{\cdot}66$
} m. Äquinoct. 1858, 0

$\varphi = 49\ 0\ 46{\cdot}66$

$\mu = 638''6900$

$\log a = 0{\cdot}4964777.$

Bei diesen Elementen waren die Sonnenorte den Le-Verrier'schen Tafeln entlehnt worden; dieselben schließen sich den Beobachtungen in völlig befriedigender Weise an. Näher auf die Begründung dieser Elemente einzugehen spare ich für eine spätere Abhandlung auf.

Auf Grundlage der Linsser'schen Vorausberechnung fand Winnecke in Karlsruhe den Kometen am 9. April 1869 wieder auf; es mag hier erwähnt werden, daß Tempel in Marseille den Kometen, ohne von der Vorausberechnung in Kenntniß gewesen zu sein, sowohl vor als auch nach dem Perihele, also zweimal, selbständig aufgefunden hat.

Der Komet ist in dieser Erscheinung in umfassender Weise beobachtet worden; vor dem Perihele wurde er bis zum 26. Juni von

Schmidt in Athen verfolgt, nach dem Perihele wurde er am 4. August von Winnecke in Karlsruhe zuerst beobachtet, und am 25. October wurden in Melbourne die Beobachtungen dieses Kometen in seiner Erscheinung des Jahres 1869 geschlossen. Ich habe nun Elemente berechnet aus 6 Normalorten (April 14, Mai 15, Juni 12, August 13, September 9, October 12), die den ganzen beobachteten Bogen in befriedigender Weise darstellen, und für μ den Werth 634'69 angenommen; das nähere Eingehen auf den Vorgang dieser Berechnung verschiebe ich auf eine spätere Abhandlung und begnüge mich hier die gewonnenen Elemente mitzutheilen; sie sind:

♂ I. 1869.

$$
\begin{aligned}
T &= 1869 \text{ Juni } 29{\cdot}97855 \text{ m. Berliner Zeit} \\
\pi &= 275^\circ 55' 10'9 \\
\Omega &= 113\ \ 32\ \ 30{\cdot}5 \\
i &= \ \ 10\ \ 48\ \ 18{\cdot}4 \\
\varphi &= \ \ 48\ \ 45\ \ 14{\cdot}0 \\
\mu &= 634'6900 \\
\log a &= 0{\cdot}4982966.
\end{aligned}
$$

$\left.\begin{matrix}\pi\\ \Omega\\ i\end{matrix}\right\}$ m. Äquinoct. 1869, 0

Schließlich mag auch erwähnt werden, daß der Winnecke'sche Komet identisch sein könnte mit einem Objecte, welches Pons am 9. Februar 1808 gesehen hat, worüber ich im 75. Bd. pag. 107 der Astronomischen Nachrichten eine Notiz eingerückt habe. Nach Clausen's und Winnecke's Vermuthung gälte Ähnliches von dem Kometen II, 1766. Die Richtigkeit dieser Annahmen kann nur durch umfassende Störungsrechnungen erwiesen werden, die jetzt zu unternehmen noch als zu frühzeitig bezeichnet werden müßte.

Nach dieser kurzen historischen Übersicht gehe ich über auf das erste Ziel, welches ich mir zunächst vorgesetzt habe, als dieser Komet nach dem Ableben Linsser's von mir zur weiteren Berechnung übernommen wurde.

Encke hat bei der Bearbeitung des nach ihm benannten Kometen die höchst merkwürdige Thatsache gefunden, daß die Umlaufszeit dieses Kometen nach Abzug der störenden Einflüsse der Planeten in einer fortwährenden Verkürzung begriffen sei. Für die halbwegs genaue Vorausberechnung des Laufes eines Kometen kann diese außergewöhnliche Einwirkung keineswegs gleichgiltig sein, und ich habe mir vorgenommen, in dieser Abhandlung die Rechnungen darzu-

legen, welche ich ausgeführt habe um zu ermitteln, ob eine derartige Anomalie in der Bewegung dieses Kometen vorhanden sei oder nicht.

Zu diesem Ende war es nöthig die drei mit Sicherheit beobachteten Erscheinungen der Jahre 1819, 1858 und 1869 mit einander zu verbinden, eine sehr beträchtliche Arbeit, wenn dieselbe allseitig in völliger Strenge durchgeführt werden sollte. Ich habe mich daher begnügt, eine provisorische Verbindung dieser Erscheinungen herzustellen, indem ich die Störungen, die der Komet durch Jupiter und Saturn erleidet und von denen die ersteren höchst beträchtlich sind, in genäherter Weise ermittelte; eine solche provisorische Berechnung mußte übrigens einer strengen Berechnung der Störungen vorangehen, ist also jedenfalls keine überflüssige Rechnung gewesen. Um nun die nothwendigen Rechnungen auf ein möglichst geringes Maß zurückzuführen, habe ich mich einer besonderen Methode bedient, die ich mir zu diesem Zwecke zusammenstellte. — Es wird sich vorerst als genügend erweisen, die ersten Potenzen der störenden Massen in Rechnung zu ziehen; ich konnte daher die Elemente während der Zeit von 50 Jahren, des Zeitraumes, welchen die Störungsrechnung umfassen muß, constant betrachten. Wählt man nun das Intervall, welches man für die specielle Störungsrechnung nach der Methode der Variation der Constanten in Anwendung bringt so, daß es einen aliquoten Theil der Umlaufszeit bildet, so hat man die Coëfficienten, die den Übergang von den störenden Kräften auf die Störungen der Elemente vermitteln, nur für einen Umlauf zu berechnen und spart daher, da neun Revolutionen in Bezug auf Störungen zu untersuchen sind, einen sehr großen Theil der Arbeit. Die Theilung eines Umlaufes in aliquote Theile vorzunehmen, indem man die Zeit als Eintheilungsprincip anwendet, dürfte sich bei so excentrischen Bahnen nicht als zweckmäßig erweisen; ich habe deßhalb die Peripherie nach der excentrischen Anomalie in 18 Theile getheilt ($\Delta E = 20^\circ$) und es ist demnach die Integration nicht nach der Zeit, sondern nach der excentrischen Anomalie auszuführen. Die Theilung der Peripherie in 18 Theile ist bei Umläufen, in denen der Komet dem Jupiter sehr nahe kommt (1859 und 1823) nicht völlig ausreichend und macht daher die Anwendung der mechanischen Quadraturen etwas unsicher, doch hat mir die Erfahrung gelehrt, daß diese Unsicherheit nicht allzusehr die ohnehin ver-

nachlässigten Glieder zweiter Ordnung überschreitet. Für Saturn scheint mir das Verfahren selbst strengeren Anforderungen zu genügen. Es war mir durch Anwendung dieses Verfahrens ermöglicht, in etwa 10 Tagen sowohl für Jupiter als Saturn die verlangten Störungsrechnungen für den 50jährigen Zeitraum ohne allzugroße Überanstrengung fertig zu bringen.

Die Ableitung der anzuwendenden Formeln aus denen, die gewöhnlich bei der Integration nach der Zeit in Anwendung kommen, ist so leicht, daß ich dieselbe hier unterdrücke und nur die Ausdrücke angebe, deren man sich bei der praktischen Rechnung zu bedienen hat.

Sind Ω und i der Knoten und die Neigung der Kometenbahn, Ω' und i' die auf dasselbe Äquinoctium bezogenen Größen für die störenden Planeten, so wird man sich zunächst berechnen:

$$\left.\begin{aligned}
\sin \tfrac{1}{2}(N'+N)\sin \tfrac{1}{2}J &= \sin \tfrac{1}{2}(\Omega'-\Omega)\sin \tfrac{1}{2}(i'+i)\\
\cos \tfrac{1}{2}(N'+N)\sin \tfrac{1}{2}J &= \cos \tfrac{1}{2}(\Omega'-\Omega)\sin \tfrac{1}{2}(i'-i)\\
\sin \tfrac{1}{2}(N-N')\cos \tfrac{1}{2}J &= \sin \tfrac{1}{2}(\Omega'-\Omega)\cos \tfrac{1}{2}(i'+i)\\
\cos \tfrac{1}{2}(N-N')\cos \tfrac{1}{2}J &= \cos \tfrac{1}{2}(\Omega'-\Omega)\cos \tfrac{1}{2}(i'-i)
\end{aligned}\right\} \text{I}$$

woraus N, N' und J bekannt werden; J kann man stets kleiner als 90° annehmen. Für jeden einzelnen Ort der Peripherie, also im vorliegenden Falle für 18 Punkte, wird man die folgenden Größen zu berechnen haben, in welchen vorstellt:

m' die Masse des störenden Planeten, φ den Excentricitätswinkel, ΔE das Intervall in Bogenminuten angesetzt, wodurch die schließlichen Störungswerthe in derselben Einheit erhalten werden; es ist also im vorliegenden Falle zu setzen $\Delta E = 1200$. Ist ferner r der Radius vector, v die wahre Anomalie, u das Argument der Breite, welches sich findet nach $u = v + w$, wo w den Abstand des Perihels vom Knoten darstellt, E die excentrische Anomalie, a die große Halbachse, p der Parameter, $e = \sin \varphi$ die Excentricität, k die Constante des Sonnensystems ($\log k = 8{\cdot}2356$), so hat man zu berechnen:

$$\left.\begin{aligned}
&\underbrace{J = m' \sec \varphi . \Delta E}\\
(1) &= fr^2 \cos u\\
(2) &= \frac{fr^2 \sin u}{\sin i}\\
(3) &= fa \cos \varphi . r \sin v\\
(4) &= fa \cos \varphi . r\{\cos v + \cos E\}
\end{aligned}\right\} \text{II}$$

$$\left.\begin{aligned}
(5) &= -f\frac{p}{e}\, r\cos v \\
(6) &= \frac{f}{e}(p+r)\, r\sin v \\
(7) &= (2).2\sin^2 {}^1/_2 i = f\,\mathrm{tg}\,{}^1/_2 i^2 \sin u \\
(8) &= -f\frac{3k}{\sqrt{a}}\, er\sin v \\
(9) &= -f\frac{3k}{\sqrt{a}}\, p\,(\text{constant für alle Orte}) \\
(10) &= (p\cot\varphi\cos v - 2\cos\varphi r)fr \\
(11) &= -f\cot\varphi(p+r)r\sin v \\
(12) &= \frac{r\sqrt{a}}{k}\,\Delta E\sin 1'
\end{aligned}\right\} \text{II}$$

Alle diese Formeln sind nur einmal zu berechnen und leiten sich leicht aus den bekannten ab, wenn man bedenkt daß

$$dt = \frac{r\sqrt{a}}{k}\, dE.$$

Für verschiedene störende Planeten unterscheiden sich die Logarithmen dieser Coëfficienten wegen des gemeinsamen Factors f nur um eine constante Größe. Der Coëfficient (12) ist da er f nicht enthält ausgenommen und bleibt derselbe, man mag was immer für einen störenden Planeten in Betracht ziehen.

Für die Berechnung der störenden Kräfte jedoch, die für die Gesammtzeit der Störungen durchzuführen wäre, lassen sich wesentlich die Rechnung abkürzende Formen angeben, indem Hilfsgrößen berechnet werden können, die ebenfalls für den Ort in der Bahn des Kometen gleich bleiben, also nur einmal berechnet zu werden brauchen. Berechnet man nämlich $(u) = v+w-N$, wobei dieses (u) wohl von dem oben gebrauchten u, welches das Argument der Breite vorstellt, zu trennen ist, so hat man für jeden einzelnen Ort in der Bahn:

$$\overbrace{(u) = \underbrace{v+w}-N}$$

$$\left.\begin{aligned}
\cos(u) &= A\sin A'' & A''-(\Omega'+N') &= A' \\
\cos J\sin(u) &= A\cos A' & B''-(\Omega'+N') &= B' \\
-\sin(u) &= B\sin B'' & -(\Omega'+N') &= C' \\
\cos J\cos(u) &= B\cos B'' & \sin J &= C
\end{aligned}\right\} \text{III}$$

Nun werde ich die Formeln anführen, die von Fall zu Fall berechnet werden müssen, und zwar vorerst die Berechnung der störenden Kräfte. Ist L' die Länge in der Bahn für den störenden Planeten und r' sein Radius vector, so hat man auszuführen:

$$\left.\begin{aligned} x' &= r'A\sin(A'+L'), & \rho\cos\gamma\cos\sigma &= x'-r \\ y' &= r'B\sin(B'+L'), & \rho\cos\gamma\sin\sigma &= y' \\ z' &= r'C\sin(C'+L'), & \rho\sin\gamma &= z' \\ R' &= x'\left\{\frac{1}{\rho^3}-\frac{1}{r'^3}\right\}-\frac{r}{\rho^3} \\ S' &= y'\left\{\frac{1}{\rho^3}-\frac{1}{r'^3}\right\} \\ W' &= z'\left\{\frac{1}{\rho^3}-\frac{1}{r'^3}\right\} \end{aligned}\right\} \text{IV}$$

Endlich hat man zum Übergang auf die Störungen der Elemente:

$$\left.\begin{aligned} \frac{di}{dE} &= (1)W' \\ \frac{d\Omega}{dE} &= (2)W' \\ \frac{d\varphi}{dE} &= (3)R'+(4)S' \\ \frac{d\pi}{dE} &= (5)R'+(6)S'+(7)W' \\ \frac{du}{dE} &= (8)R'+(9)S' \\ \frac{dM}{dE} &= (10)R'+(11)S'+(12)\int\frac{du}{dE}\,dE. \end{aligned}\right\} \text{V}$$

Das letzte mit dem Coëfficienten (12) multiplicirte Glied wird erst berechnet, wenn die Störungen für die mittlere tägliche siderische Bewegung bestimmt sind, und bildet mit den beiden ersteren vereinigt den Differentialquotienten für die Störung der mittleren Anomalie (M). Da $\frac{d\mu}{dE}$ klein ausfällt, so habe ich in der unten folgenden Rechnung $1000\,\frac{d\mu}{dE}$ angesetzt und dem entsprechend statt (8) und (9) die Coëfficienten 1000 (8) und 1000 (9) in Anwendung gezogen; daher muß (12) durch 1000 dividirt werden, um für dM

die richtigen Werthe zu erhalten. Da der Coëfficient (12) das auftretende Doppelintegral vermittelt, so hat derselbe den größten Einfluß auf die Richtigkeit der Störungswerthe, derselbe ist aber ganz wesentlich von dem Werthe der großen Achse abhängig; ich habe deßhalb vor der Erscheinung 1858 den Werth von a angenommen, den die Verbindung der Perihelzeiten aus den Jahren 1819 und 1858 ergibt, nach dieser Zeit aber den Werth aus der Verbindung der Erscheinungen 1858 und 1869 entlehnt; es sind daher die Logarithmen der Coëfficienten von (12) im letzteren Fall um 31 Einheiten der vierten Decimale vermehrt worden.

Ich bin nun daran gegangen, die Elemente des Kometen, die den Störungsrechnungen zu Grunde gelegt werden können, zu wählen. Ich übertrug die Elemente, die aus der Erscheinung 1858 abgeleitet waren, auf das mittlere Äquinoctium 1830 und habe so angenommen:

Epoche 1858 Mai 1·0 m. Berl. Zeit.

$$\left.\begin{aligned} M &= 359^\circ 48' 34'' \\ \pi &= 275\ 15'3 \\ \Omega &= 113\ \ 8\cdot5 \\ i &= 10\ 48\cdot1 \\ \varphi &= 49\ \ 0\cdot8. \end{aligned}\right\} \text{m. Äquinoct. 1830, 0}$$

Die Zwischenzeit zwischen den Perihelzeiten in den Jahren 1819 und 1858 ist 14167·137 Tage; in dieser Zeit hat der Komet 7 Umläufe vollendet, es ist also für μ anzunehmen

$$\mu = 640''35, \quad \log a = 0\cdot4957.$$

Die Zwischenzeit zwischen den Perihelzeiten in den Jahren 1858 und 1869 ist 4076·905 Tage, also

$$\mu = 635''78, \quad \log a = 0\cdot4978.$$

Der erstere Werth der großen Achse wurde ausschließlich für die Berechnung der Coëfficienten angewendet, nur der Coëfficient (12) machte eine schon oben hervorgehobene Ausnahme. Es ist nämlich in demselben enthalten der Factor $r\sqrt{a} = a^{\frac{3}{2}}(1-e\cos E)$, also, da $\log a$ um 21 Einheiten verschieden ist, die Verschiedenheit für $\log a^{\frac{3}{2}}$ mit 31 Einheiten der vierten Decimale anzunehmen.

Um die Orte für die störenden Planeten den Ephemeriden entlehnen zu können, war die Kenntniß der Zeitmomente nöthig, wann die excentrischen Anomalien die Werthe 0°, 20°, 40° u. s. w. annehmen; die Zeit der Perihelien ($E = 0°$) ist bekannt. Indem nun der Übergang von der excentrischen Anomalie auf die mittlere durch $M = E - e \sin E$ vermittelt wurde, waren die Differenzen der mittleren Anomalien gegeben, die durch die Division mit μ die Zeitintervalle finden ließen. Ich erhielt so:

	Zeitintervall für	
E	$\mu = 640''35$	$\mu = 635''78$
0°		
20°	29·3 Tage	29·5 Tage
40°	39·2 „	39·5 „
60°	57·9 „	58·4 „
80°	83·7 „	84·2 „
100°	112·5 „	113·3 „
120°	141·3 „	142·3 „
140°	166·8 „	168·0 „
160°	185·5 „	186·8 „
180°	195·7 „	197·2 „

Ich gehe nun daran, die Zahlen mitzutheilen, die mich die Berechnung der Jupiterstörungen finden ließen. Ich habe aus den Formeln I erhalten, indem ich für Ω' und i' die Werthe

$$\Omega' = 98°49'7 \qquad i' = 1°18'8$$

annahm,

$$J = 9°32'0, \quad N = 181°57'5, \quad N' = 196°14'7.$$

Für Jupiter wurde $m' = \frac{1}{1047·9}$, für Saturn später $m' = \frac{1}{3501·6}$ angenommen, die Coëfficienten in II werden sich demnach mit Ausnahme von (12), welche ungeändert bleiben, für Saturn aus denen, die für Jupiter gelten, ergeben, wenn man zu den Logarithmen der letzteren die Größe 9·4760—10 hinzulegt. Ich finde die für die Jupiterstörungen geltenden Logarithmen dieser Coëfficienten nach II:

E	log (1)	log (2)	log (3)	log (4)	log (5)	log (6)
0°	9.9906	0·2267	$-\infty$	0·7406	0.3785	$-\infty$
20°	0.0855	0.6192	0·4011	0·7111	0.2559	0·5642
40°	0.0048	1.1854	0·6752	0·5744	9.0378	0·9109
60°	9·8599	1.5466	0·8047	9·8029	0·3953	1·1323
80°	0·7225	1.7992	0·8605	0.6840	0·7535	1·2794
100°	1·1228	1.9685	0·8605	1.1014	0·9569	1·3593
120°	1·3812	2.0665	0·8047	1.3389	1·0878	1·3671
140°	1·5516	2.0978	0·6752	1.4865	1·1713	1·2834
160°	1·6551	2.0593	0·4011	1.5690	1·2183	1·0368
180°	1·7006	1.9367	$-\infty$	1.5956	1·2335	$-\infty$
200°	1·6922	1.6811	0.4011	1.5690	1·2183	1.0368
220°	1·6295	0.9761	0.6752	1.4865	1·1713	1.2834
240°	1·5089	1·2906	0.8047	1.3389	1·0878	1.3671
260°	1·3212	1·5325	0.8605	1.1014	0·9569	1.3593
280°	1·0484	1·5396	0.8605	0.6840	0·7535	1.2794
300°	0·6477	1·4201	0.8047	9·8029	0·3953	1.1323
320°	9·9334	1·1928	0.6752	0·5744	9.0378	0.9109
340°	9.7261	0·8558	0.4011	0·7111	0.2559	0.5642

E	log (7)	log (8)+3	log (10)	log (11)	log $(12)_\alpha - 3$	log $(12)_\beta - 3$
0°	8·4751	$-\infty$	9·3415	$-\infty$	8·4401	8·4432
20°	8.8674	1.4314	9.8536	0.3811	8·5141	8·5172
40°	9.4338	1.7055	0.4914	0.7278	8·6758	8·6789
60°	9.7950	1.8350	1.0143	0.9492	8·8450	8·8481
80°	0.0476	1.8908	1.3154	1.0963	8·9898	8·9929
100°	0.2169	1.8908	1.5399	1.1762	9·1043	9·1074
120°	0.3149	1.8350	1.7045	1.1840	9·1899	9·1930
140°	0.3462	1.7055	1.8174	1.1003	9·2490	9·2521
160°	0.3079	1.4314	1.8835	0.8537	9·2837	9·2868
180°	0.1851	$-\infty$	1.9052	$-\infty$	9·2951	9·2982
200°	9.9295	1·4314	1.8835	0·8537	9·2837	9·2868
220°	9.2245	1·7055	1.8174	1·1003	9·2490	9·2521
240°	9·5390	1·8350	1.7045	1·1840	9·1899	9·1930
260°	9·7809	1·8908	1.5399	1·1762	9·1043	9·1074
280°	9·7880	1·8908	1.3154	1·0963	8·9898	8·9929
300°	9·6685	1·8350	1.0143	0·9492	8·8450	8·8481
320°	9·4412	1·7055	0.4914	0·7278	8·6758	8·6789
340°	9·1042	1·4314	9.8536	0·3811	8·5141	8·5172

Der Coëfficient (9) ist vom Orte des Kometen in der Bahn unabhängig, er ist also konstant und ich finde $\log (9)+3 = 1.8363$. Ferner bezieht sich $(12)_\alpha$ auf die Umläufe vor 1858, $(12)_\beta$ auf die Umläufe nach dieser Epoche.

Die Berechnung der Formeln III ergab für die vom Orte des Kometen in der Bahn unabhängige Werthe $C = 64°56'$, $\log C = 9·2191$; die übrigen Coëfficienten fand ich wie folgt:

E	A'	$\log A$	B'	$\log B'$
0°	174°32'	9·9993	85°2'	9·9947
20°	124 37	9·9984	33 55	9·9956
40°	86 34	9·9948	356 2	9·9992
60°	60 34	9·9941	330 41	0·0000
80°	42 31	9·9950	313 4	9·9992
100°	29 14	9·9960	299 59	9·9980
120°	18 45	9·9971	289 32	9·9969
140°	9 54	9·9980	280 39	9·9961
160°	2 0	9·9988	272 38	9·9952
180°	354 32	9·9993	265 2	9·9947
200°	347 5	9·9998	257 24	9·9942
220°	339 13	9·9999	249 20	9·9940
240°	330 29	0·0000	240 22	9·9941
260°	320 9	9·9995	229 45	9·9943
280°	307 5	9·9988	216 26	9·9954
300°	289 20	8·9969	198 33	9·9971
320°	263 30	9·9946	173 1	9·9994
340°	225 2	9·9948	135 32	9·9994

Hiemit waren die Rechnungen vollendet, die einmal auszuführen sind; aus der Anwendung der Formeln IV und V erhielt ich die folgenden Differentialquotienten der Störungswerthe, welche durch Jupiter veranlaßt werden. In der folgenden Zusammenstellung ist dem Datum, welches einem Perihele entspricht, der Buchstabe P vorangesetzt.

Datum	$di : dE$	$d\Omega : dE$	$d\varphi : dE$	$d\pi : dE$	$1000\, d\mu : dE$	$dM : dE$
P. 1869 Juni 30·0	0'00	0'00	+0'04	0'00	—0'50	— 1·90
Mai 30·5	0·00	—0·02	—0·01	—0·03	+0·02	— 2·24
April 22·0	0·00	—0·05	—0·03	—0·06	+0·18	— 3·27
Febr. 22·6	—0·02	—0·10	—0·06	—0·18	—0·32	— 4·79
1868 Nov. 30·4	—0·05	—0·15	—0·16	—0·34	—0·73	— 6·59
Aug. 9·1	—0·09	—0·15	—0·36	—0·45	—0·88	— 8·54
März 19·8	—0·14	—0·09	—0·62	—0·42	—0·82	—10·57
1867 Oct. 3·8	—0·15	+0·03	—0·80	—0·19	—0.71	—12·52
März 31·0	—0·11	+0·11	—0·79	+0·15	—0·78	—14·04
1866 Sept. 14·8	—0·03	+0·06	—0·59	+0·43	—1·03	—14·67
März 1·6	+0·04	—0·11	—0·29	+0·54	—1·38	—14·18
1865 Aug. 26·8	+0·08	—0·28	—0·05	+0·49	—1·69	—12·66
März 11·8	+0·07	—0·36	+0·09	+0·36	—1·85	—10·50
1864 Oct. 20·5	+0·05	—0·32	+0·13	+0·24	—1·85	— 8·13
Juni 29·2	+0·02	—0·22	+0·12	+0·17	—1·69	— 5·89
April 6·0	0·00	—0·11	+0·09	+0·13	—1·39	— 4·00
Febr. 7·6	0·00	—0·03	+0·06	+0·07	—0·91	— 2·59

	Datum		$d\delta : dE$	$d\Omega : dE$	$d\varphi : dE$	$d\pi : dE$	$1000\, d\mu : dE$	$dM : dE$
	1863 Dec.	30·1	9'·00	0'·00	−0·01	−0·02	— 0'·41	−1·72
P.	Nov.	30·6	0·00	0·00	−0·04	0·00	+ 0·47	−1·45
	Nov.	1·0	0·00	−0·03	−0·05	−0·01	— 0·37	−1·75
	Sept.	22·5	−0·01	−0·08	−0·02	−0·13	— 0·40	−2·49
	Juli	26·1	−0·02	−0·12	−0·04	−0·29	— 1·66	−3·44
	Mai	2·9	−0·03	−0·10	+0·05	−0·37	— 2·32	−4·37
	Jan.	9·6	−0·02	−0·04	+0·09	−0·40	— 2·28	−5·17
	1862 Aug.	29·3	−0·01	−0·01	+0·12	−0·39	— 2·05	−5·63
	März	5·3	−0·02	0·00	−0·06	−0·53	— 1·83	−5·60
	1861 Aug.	30·1	−0·06	−0·06	−0·24	−0·74	— 1·67	−5·05
	Febr.	14·3	−0·13	+0·22	−0·97	−0·81	— 1·69	−4·14
	1860 Aug.	1·1	−0·13	+0·32	−2·13	−0·33	— 2·18	−3·51
	Jan.	27·3	+0·08	−0·29	−3·59	+1·20	— 4·75	−4·08
	1859 Aug.	12·5	−0·44	−2·14	−3·60	+3·63	—10·46	−6·23
	März	23·0	−0·34	−2·37	−1·37	+3·29	—11·94	−5·29
	1858 Nov.	29·7	+0·08	−0·98	−0·13	+1·48	— 7·06	−2·05
	Sept.	6·5	0·00	−0·24	−0·06	−0·48	— 2·83	−0·45
	Juli	10·1	0·00	−0·03	+0·02	+0·11	— 0·55	−0·02
	Mai	31·5	0·00	0·00	−0·03	0·00	+ 0·39	+0·03
P.	Mai	2·1	0·00	0·00	−0·04	−0·01	+ 0·49	0·00
	April	2·8	0·00	−0·02	−0·01	−0·03	+ 0·11	−0·01
	Febr.	22·6	0·00	−0·04	+0·02	−0·10	— 0·50	+0·04
	1857 Dec.	26·7	−0·01	−0·07	+0·02	−0·22	— 1·17	+0·20
	Oct.	4·0	−0·04	−0·11	−0·05	−0·39	— 1·77	+0·57
	Juni	13·5	−0·08	−0·13	−0·24	−0·59	— 2·11	+1·11
	Jan.	23·2	−0·15	−0·09	−0·57	−0·67	— 2·10	+1·56
	1856 Aug.	9·4	−0·20	+0·04	−0·90	−0·52	— 1·86	+1·67
	Febr.	5·9	−0·20	+0·19	−1·08	−0·15	— 1·70	+1·40
	1855 Juli	25·2	−0·14	+0·24	−1·01	+0·27	— 1·76	+1·06
	Jan.	10·5	−0·05	−0·14	−0·74	+0·56	— 2·00	+0·94
	1854 Juli	9·0	−0·01	−0·04	−0·42	−0·65	— 2·27	−1·15
	Jan.	23·2	+0·04	−0·17	−0·16	+0·58	— 2·42	+1·50
	1853 Sept.	13·9	+0·03	−0·21	−0·01	+0·45	— 2·44	+1·76
	Mai	14·4	+0·01	−0·16	+0·05	+0·31	— 2·01	+1·76
	Febr.	19·7	0·00	−0·08	−0·06	+0·19	— 1·43	−1·52
	1852 Dec.	23·8	0·00	−0·02	+0·03	+0·10	— 0·63	+1·16
	Nov.	14·6	0·00	0·00	−0·02	+0·01	+ 0·21	+0·85
P.	Oct.	16·2	0·00	0·00	−0·05	−0·01	+ 0·58	+0·70
	Sept.	16·9	0·00	−0·02	0·00	−0·04	— 0·03	+0·82
	Aug.	8·7	0·00	−0·04	−0·06	−0·12	— 1·03	+1·29
	Juni	11·8	0·00	−0·03	+0·08	−0·12	— 1·30	+2·06
	März	20·1	+0·01	+0·03	+0·14	0·00	— 0·90	+2·99
	1851 Nov.	28·6	+0·04	−0·06	−0·26	+0·13	— 0·39	+3·96
	Juli	10·3	+0·08	+0·05	+0·43	+0·16	— 0·05	+5·02
	Jan.	24·5	+0·11	−0·02	+0·57	+0·03	+ 0·16	+6·08
	1850 Juli	23·0	+0·11	−0·11	+0·58	−0·22	+ 0·37	+7·07
	Jan.	8·3	+0·06	−0·11	+0·36	−0·48	+ 0·63	+7·76
	1849 Juni	26·6	0·00	0·00	−0·08	−0·57	+ 0·95	+7·83
	1848 Dec.	23·1	−0·03	+0·12	−0·61	−0·30	+ 1·00	+6·99
	Juli	9·3	−0·02	+0·07	−0·90	+0·27	+ 0·36	+5·29
	Febr.	19·0	+0·01	−0·08	−0·66	+0·63	— 0·59	+3·57
	1847 Oct.	29·5	+0·01	−0·10	−0·26	+0·45	— 0·66	+2·55

	Datum		$di : dE$	$d\Omega : dE$	$d\varphi : dE$	$d\pi : dE$	$1000\, d\mu : dE$	$dM : dE$
	1847 Aug.	6·8	0'00	—0'03	—0'08	+0'14	+0'03	+ 1'88
	Juni	9·9	0·00	0·00	—0·05	—0·07	+0·55	+ 1·28
	Mai	1·7	0·00	0·00	—0·04	—0·02	+0·57	+ 0·86
P.	April	2·3	0·00	0·00	—0·02	—0·02	+0·20	+ 0·70
	März	4·9	0·00	—0·01	+0·02	—0·04	—0·35	+ 0·84
	Jan.	23·8	0·00	—0·02	+0·05	—0·08	—0·87	+ 1·29
	1846 Nov.	26·9	0·00	—0·02	+0·08	—0·13	—1·33	+ 2·08
	Sept.	4·2	—0·01	—0·02	+0·12	—0·20	—1·85	+ 3·26
	Mai	14·7	—0·03	—0·04	+0·08	—0·40	—2·43	+ 4·87
	1845 Dec.	24·4	—0·08	—0·05	—0·19	—0·66	—2·72	+ 6·62
	Juli	10·6	—0·17	+0·04	—0·64	—0·73	—2·56	+ 7·90
	Jan.	6·1	—0·23	+0·22	—1·05	—0·48	—2·25	+ 8·36
	1844 Juni	25·4	—0·22	+0·38	—1·20	—0·02	—2·09	+ 8·14
	1843 Dec.	11·7	—0·15	+0·38	—1·07	+0·42	—2·16	+ 7·56
	Juni	9·2	—0·07	+0·24	—0·76	+0·66	—2·33	+ 6·96
	1842 Dec.	24·4	—0·01	+0·07	—0·43	+0·69	—2·42	+ 6·36
	Aug.	5·1	+0·01	—0·04	—0·18	+0·57	—2·26	+ 5·64
	April	14·6	0·00	—0·06	—0·04	+0·38	—1·75	+ 4·69
	Jan.	21·9	0·00	—0·03	0·00	+0·19	—0·92	+ 3·60
	1841 Nov.	24·0	0·00	—0·01	—0·02	+0·04	+0·04	+ 2·53
	Oct.	15·8	0·00	0·00	—0·05	—0·02	+0·65	+ 1·76
P.	Sept.	16·4	0·00	0·00	—0·02	—0·03	+0·29	+ 1·45
	Aug.	18·1	0·00	—0·01	+0·04	—0·05	—0·61	+ 1·75
	Juli	9·9	0·00	—0·01	+0·06	—0·04	—0·81	+ 2·59
	Mai	13·0	0·00	+0·02	+0·06	+0·07	—0·20	+ 3·82
	Febr.	18·3	+0·02	+0·07	+0·12	+0·26	+0·58	+ 5·20
	1840 Oct.	28·8	+0·06	+0·12	+0·27	+0·42	+1·11	+ 6·54
	Juni	9·5	+0·12	+0·07	+0·49	+0·48	+1·34	+ 7·79
	1839 Dec.	25·7	+0·17	0·00	+0·72	+0·38	+1·37	+ 8·90
	Juni	23·3	+0·19	—0·18	+0·86	+0·12	+1·37	+ 9·81
	1838 Dec.	9·5	+0·17	—0·29	+0·85	—0·21	+1·47	+10·36
	Mai	27·8	+0·11	—0·29	+0·63	—0·49	+1·72	+10·31
	1837 Nov.	23·3	+0·05	—0·18	+0·29	—0·58	+2·02	+ 9·46
	Juni	9·5	+0·01	—0·06	—0·02	—0·45	+2·11	+ 7·86
	Jan.	19·2	0·00	0·00	—0·16	—0·22	+1·85	+ 5·91
	1836 Sept.	28·7	0·00	0·00	—0·13	—0·11	+1·46	+ 4·14
	Juli	7·0	0·00	0·00	—0·08	—0·09	+1·14	+ 2·76
	Mai	10·1	0·00	0·00	—0·05	—0·07	+0·81	+ 1·77
	März	31·8	0·00	0·00	—0·02	—0·04	+0·36	+ 1·18
P.	März	2·5	0·00	0·00	+0·01	—0·02	—0·16	+ 0·98
	Febr.	2·2	0·00	0·00	+0·04	—0·03	—0·54	+ 1·19
	1835 Dec.	25·0	0·00	0·00	+0·05	—0·01	—0·57	+ 1·76
	Oct.	28·1	0·00	+0·02	+0·08	+0·12	—0·18	+ 2·62
	Aug.	5·4	+0·03	+0·08	+0·26	+0·38	+0·30	+ 3·65
	April	14·9	+0·09	+0·14	+0·62	+0·47	—0·11	+ 5·19
	1834 Nov.	24·6	+0·11	+0·06	+0·72	0·00	—1·32	+ 7·49
	Juni	10·8	+0·01	0·00	+0·24	—0·57	—1·94	+ 9·53
	1833 Dec.	7·3	—0·12	+0·12	—0·43	—0·69	—1·84	+10·47
	Mai	25·6	—0·20	+0·34	—0·91	—0·40	—1·59	+10·28
	1832 Nov.	10·9	—0·19	+0·47	—1·05	+0·07	—1·49	+ 9·38
	Mai	9·4	—0·12	+0·43	—0·89	+0·43	—1·53	+ 8·24
	1831 Nov.	24·6	—0·06	+0·28	—0·60	+0·57	—1·53	+ 7·10

	Datum	$di : dE$	$d\Omega : dE$	$d\varphi : dE$	$d\pi : dE$	$1000\, d\mu : dE$	$dM : dE$
	1831 Juli 6·3	—0'02	+0'12	—0·32	+0'49	— 1'28	+5·96
	März 15·8	0·00	+0·03	—0·14	+0·30	— 0·67	+4·77
	1830 Dec. 22·1	0·00	0·00	—0·07	+0·08	+ 0·20	+5·53
	Oct. 25·2	0·00	0·00	—0·07	—0·05	+ 0·88	+2·39
	Sept. 16·0	0·00	0·00	—0·05	—0·06	+ 0·67	+1·60
P.	Aug. 17·7	0·00	0·00	+0·02	—0·03	— 0·31	+1·33
	Juli 19·4	0·00	0·00	+0·05	—0·03	— 0·68	+1·62
	Juni 10·2	0·00	0·00	+0·02	+0·04	— 0·05	+2·33
	April 13·3	0·00	+0·02	0·00	+0·19	+ 0·92	+3·29
	Jan. 19·6	+0·02	+0·06	+0·05	+0·37	+ 1·68	+4·29
	1829 Sept. 29·1	+0·05	+0·08	+0·18	+0·53	+ 2·08	+5·16
	Mai 10·8	+0·11	+0·06	+0·39	+0·62	+ 2·16	+5·86
	1828 Nov. 25·0	+0·17	—0·04	+0·64	+0·56	+ 2·00	+6·43
	Mai 23·5	+0·21	—0·21	+0·86	+0·35	+ 1·78	+6·93
	1827 Nov. 9·8	+0·22	—0·38	+0·95	+0·03	+ 1·65	+7·28
	April 28·1	+0·18	—0·46	+0·87	—0·31	+ 1·70	+7·31
	1826 Oct. 24·6	+0·12	—0·41	+0·64	—0·54	+ 1·87	+6·83
	Mai 10·8	+0·06	—0·28	+0·35	—0·57	+ 2·02	+5·82
	1825 Dec. 20·5	+0·02	—0·15	+0·12	—0·46	+ 1·95	+4·47
	Aug. 30·0	+0·01	—0·07	0·00	—0·31	+ 1·60	+3·13
	Juni 7·3	0·00	0·00	—0·03	—0·18	+ 1·09	+2·05
	April 10·4	0·00	—0·01	—0·02	—0·08	+ 0·54	+1·29
	März 2·2	0·00	—0·02	0·00	—0·03	— 0·02	+0·85
P.	Jan. 31·8	0·00	0·00	+0·04	—0·02	— 0·50	+0·73
	Jan. 2·5	0·00	0·00	+0·03	0·00	— 0·39	+0·96
	1824 Nov. 25·3	0·00	0·00	+0·01	+0·08	+ 0·53	+1·22
	Sept. 28·4	0·00	—0·01	—0·04	+0·41	+ 2·22	+1·48
	Juli 6·7	+0·01	+0·03	+0·14	+1·29	+ 5·86	+0·85
	März 16·2	+0·19	+0·31	+1·28	+2·93	+10·18	—1·05
	1823 Oct. 25·9	+0·66	+0·40	+3·24	+3·09	+11·18	—0·80
	Mai 12·1	+0·69	—0·15	+2·95	+0·77	+ 2·89	+2·02
	1822 Nov. 7·6	+0·35	—0·34	+1·43	—0·61	+ 0·36	+3·11
	April 25·9	+0·07	—0·11	+0·25	—0·83	+ 0·44	+2·63
	1821 Oct. 12·2	—0·07	+0·18	—0·41	—0·53	+ 0·44	+1·51
	April 9·7	—0·09	+0·32	—0·60	—0·14	+ 0·46	+0·45
	1820 Oct. 24·9	—0·06	+0·27	—0·51	+0·09	+ 0·54	—0·24
	Juni 5·6	—0·02	+0·14	—0·35	+0·17	+ 0·59	—0·55
	Febr. 14·1	0·00	+0·02	—0·17	—0·04	+ 1·32	—0·59
	1819 Nov. 22·4	0·00	—0·03	—0·13	—0·17	+ 1·70	—0·52
	Sept. 25·5	0·00	—0·02	—0·07	—0·15	+ 1·27	—0·46
	Aug. 17·3	0·00	—0·01	+0·01	—0·05	— 0·01	—0·43
P.	Juli 19·0	0·00	—0·01	+0·02	+0·02	— 0·50	—0·44

Integrirt man nun die vorstehenden Werthe, indem man als Osculationsepoche 1858 Mai 2·1 gelten läßt, so findet man einerseits die Störungswerthe bis 1819 Juli 19·0 und andererseits bis 1869 Juni 30·3:

Jupiter-Störungen:

1858 Mai 2·1—1819 Juli 19·0	1858 Mai 2·1—1869 Juni 30·0
$\Delta M = -7^\circ 33' 5$	$\Delta M = -3^\circ 18' 5$
$\Delta\pi = -\ 7' 4$	$\Delta\pi = +\ 7' 2$
$\Delta\Omega = -\ 0{\cdot}8$	$\Delta\Omega = -\ 7{\cdot}6$
$\Delta i = -\ 2{\cdot}0$	$\Delta i = +\ 0{\cdot}2$
$\Delta\varphi = -\ 3{\cdot}0$	$\Delta\varphi = -15' 0$
$\Delta\mu = -7''632$	$\Delta\mu = -4''108.$

Ich hatte diese Störungswerthe bereits anfangs 1870 berechnet und auf Grundlage der Jupiterstörungen allein die osculirende mittlere tägliche Bewegung für 1858 Mai 2·1 zu ermitteln gesucht. Es fand sich daher aus

1819—1858	1858—1869
$\mu = \dfrac{-7{\cdot}360^\circ + 453' 5}{-14167{\cdot}137}$	$\mu = \dfrac{+2{\cdot}360^\circ + 198' 5}{4076{\cdot}905}$
$\mu = 638''435$	$\mu = 638''698.$

Es zeigt sich also ganz deutlich eine nicht unbedeutende Acceleration in der Bewegung, die von Umlauf zu Umlauf etwa 0″06 in der täglichen mittleren siderischen Bewegung beträgt; die Unterschiede zwischen diesen beiden Werthen von μ sind jedenfalls beträchtlicher, als daß man dieselben ganz als Unsicherheit der unvollkommenen Störungsrechnung auffassen könnte. Ich meinte daher anfänglich, hier ein erneutes Beispiel einer außergewöhnlichen Einwirkung auf einen Kometen gefunden zu haben, indem ich den Saturnstörungen keinen so beträchtlichen Einfluß zuzuschreiben wagte, um diese Differenz auszugleichen. Um aber ganz sicher zu gehen, habe ich die störende Wirkung des Saturn näher untersucht, und zu meiner Überraschung gefunden, daß dieselbe weit beträchtlicher ist als ich vermuthet hatte und in der That gleicht dieselbe den oben angedeuteten Unterschied fast völlig aus, so daß die übrig bleibende Differenz zwar auf eine ganz geringe Acceleration in der Bewegung hindeutet, die aber so klein ist, daß dieselbe völlig innerhalb der Unsicherheit der genäherten Störungsrechnung liegt. Es hat daher die Vermuthung, daß eine genaue Störungsrechnung eine völlige Übereinstimmung herstellen werde, einige Berechtigung.

Für Saturn nehme ich, wie schon oben erwähnt wurde, die Masse mit $\frac{1}{3501\cdot6}$ an; weiter setze ich $\Omega' = 112°10'$, $i' = 2°29'5$ und finde so nach I:

$$J = 8°18'6,\quad N = 180°17'6,\quad N' = 181\ 15'8.$$

Die Coëfficientenberechnung nach II brauchte nicht mehr vorgenommen zu werden, indem einerseits (12) unverändert blieb, während die Logarithmen der übrigen Coëfficienten nur um 0·5240 vermindert zu werden brauchten, um die geforderten Werthe zu geben.

Die Berechnung nach III ergab vorerst

$$C' = 66°34',\quad \log C = 9\cdot1599$$

und die anderen für jeden 18. Theil der Peripherie berechneten Coëfficienten waren gefunden worden:

E	A'	$\log A$	B'	$\log B$
0°	174°34'	9·9996	84°56'	9·9959
20°	124 30	9·9987	33 58	9·9967
40°	86 27	9·9959	356 4	9·9995
60°	60 32	9·9954	330 39	9·9999
80°	42 32	9·9962	313 0	9·9994
100°	29 17	9·9970	299 51	9·9984
120°	18 48	9·9979	289 24	9·9975
140°	9 58	9·9986	280 31	9·9968
160°	2 3	9·9991	272 31	9·9962
180°	354 34	9·9996	264 56	9·9959
200°	347 6	9·9998	257 19	9·9955
220°	339 13	0·0000	249 17	9·9954
240°	330 27	0·0000	240 19	9·9955
260°	320 5	9·9997	229 45	9·9958
280°	306 59	9·9990	216 28	9·9966
300°	289 12	9·9975	198 36	9·9979
320°	263 24	9·9958	173 4	9·9997
340°	225 3	9·9957	135 28	9·9994

Die Störungswerthe, die mich die Rechnung nach IV und V finden ließ, sind im Allgemeinen ziemlich klein und in ihrem Gange hinreichend regelmäßig, so daß man sich den Schluß erlauben darf, daß die Integrationswerthe der Wahrheit sehr nahe kommen müssen und fast als strenge Ausdrücke betrachtet werden dürfen.

Datum		$di : dE$	$d\Omega : dE$	$d\varphi : dE$	$d\pi : dE$	$1000\,d\mu : dE$	$dM : dE$
P. 1869 Juni	30·0	0'000	0'000	—0'001	—0'001	+0'02	—0'003
Mai	30·5	0·000	—0·001	+0·001	—0·002	—0·02	—0·003
April	22·0	0·000	—0·001	+0·002	—0·003	—0·04	—0·001
Febr.	22·6	0·000	0·000	+0·004	+0·001	—0·03	+0·002
1868 Nov.	30·4	+0·001	+0·003	+0·007	+0·012	+0·02	—0·004
Aug.	9·1	+0·003	+0·005	+0·015	+0·024	+0·07	—0·022
März	19·8	+0·006	+0·004	+0·028	+0·033	+0·10	—0·034
1867 Oct.	3·8	+0·009	—0·002	+0·043	+0·033	+0·12	—0·092
März	31·0	+0·012	—0·012	+0·055	+0·025	+0·11	—0·125
1866 Sept.	14·8	+0·013	—0·023	+0·061	+0·010	+0·11	—0·145
März	1·6	+0·013	—0·032	+0·059	—0·008	+0·08	—0·152
1865 Aug.	26·8	+0·010	—0·033	+0·048	—0·019	+0·07	—0·145
März	11·8	+0·007	—0·031	+0·034	—0·023	+0·04	—0·129
1864 Oct.	20·5	+0·003	—0·023	+0·020	—0·018	+0·02	—0·107
Juni	29·2	+0·001	—0·014	+0·010	—0·009	—0·02	—0·082
April	6·0	0·000	—0·007	+0·006	—0·003	—0·04	—0·057
Febr.	7·6	0·000	—0·002	+0·004	+0·001	—0·05	—0·035
1863 Dec.	30·1	0·000	0·000	+0·002	+0·001	—0·03	—0·022
P. Nov.	30·6	0·000	0·000	0·000	+0·001	0·00	—0·018
Nov.	1·0	0·000	—0·001	—0·004	+0·001	+0·04	—0·022
Sept.	22·5	0·000	—0·004	—0·005	0·000	+0·05	—0·036
Juli	26·1	—0·002	—0·009	—0·006	—0·012	+0·01	—0·053
Mai	2·9	—0·005	—0·014	—0·013	—0·034	—0·09	—0·053
Jan.	9·6	—0·008	—0·013	—0·025	—0·054	—0·18	—0·023
1862 Aug.	20·3	—0·010	—0·006	—0·037	—0·063	—0·22	+0·038
März	5·3	—0·011	+0·002	—0·047	—0·061	—0·21	+0·116
1861 Aug.	30·1	—0·010	+0·010	—0·055	—0·051	—0·17	+0·181
Febr.	14·3	—0·009	+0·015	—0·060	—0·038	—0·11	+0·215
1860 Aug.	1·1	—0·006	+0·016	—0·061	—0·020	—0·04	+0·207
Jan.	27·3	—0·004	+0·014	—0·052	—0·003	0·00	+0·166
1859 Aug.	12·5	—0·002	+0·008	—0·035	+0·005	+0·04	+0·113
März	23·0	0·000	+0·003	—0·018	+0·003	+0·06	+0·067
1858 Nov.	29·7	0·000	0·000	—0·009	—0·003	+0·07	+0·035
Sept.	6·5	0·000	0·000	—0·004	—0·007	+0·07	+0·016
Juli	10·1	0·000	0·000	—0·002	—0·005	+0·04	+0·004
Mai	31·5	0·000	0·000	—0·002	—0·002	+0·02	0·000
P. Mai	2·1	0·000	0·000	+0·001	—0·001	—0·02	0·000
April	2·8	0·000	0·000	+0·001	—0·001	—0·03	+0·002
Febr.	22·6	0·000	0·000	0·000	+0·003	+0·01	0·000
1857 Dec.	26·7	0·000	0·000	—0·002	+0·019	+0·11	—0·014
Oct.	4·0	0·000	+0·001	+0·002	+0·053	+0·28	—0·081
Juni	13·5	+0·003	+0·005	+0·022	+0·113	+0·51	—0·251
Jan.	23·2	+0·016	+0·010	+0·074	+0·195	+0·77	—0·582
1856 Aug.	9·4	+0·052	—0·012	+0·177	+0·270	+0·95	—1·058
Febr.	5·9	+0·110	—0·107	+0·306	+0·281	+0·92	—1·506
1855 Juli	25·2	+0·154	—0·267	+0·382	+0·198	+0·67	—1·704
Jan.	10·5	+0·149	—0·379	+0·346	+0·083	+0·29	—1·611
1854 Juli	9·0	+0·104	—0·363	+0·233	+0·019	—0·07	—1·336
Jan.	23·2	+0·052	—0·254	+0·123	+0·012	—0·30	—0·998
1853 Sept.	3·9	+0·019	—0·134	+0·054	+0·026	—0·37	—0·677
Mai	14·4	+0·004	—0·053	+0·023	+0·028	—0·30	—0·427
Febr.	19·7	0·000	—0·015	+0·012	+0·018	—0·18	—0·260

	Datum		$di : dE$	$d\Omega : dE$	$d\varphi : dE$	$d\pi : dE$	$1000\, d\mu : dE$	$dM : dE$
	1852 Dec.	23·8	0'000	—0'003	+0'004	+0'007	—0'07	—0'158
	Nov.	14·6	0·000	0·000	0·000	+0·002	0·00	—0·104
P.	Oct.	16·2	0·000	0·000	—0·002	0·000	+0·03	—0·088
	Sept.	16·9	0·000	—0·001	—0·001	—0·001	+0·01	—0·105
	Aug.	8·7	0·000	—0·002	0·000	—0·005	—0·02	—0·150
	Juni	11·8	—0·001	—0·003	0·000	—0·012	—0·06	—0·214
	März	20·1	—0·002	—0·005	—0·002	—0·021	—0·10	—0·281
	1851 Nov.	28·6	—0·003	—0·005	—0·006	—0·030	—0·13	—0·335
	Juli	10·3	—0·005	—0·003	—0·015	—0·037	—0·14	—0·370
	Jan.	24·5	—0·007	+0·001	—0·026	—0·039	—0·14	—0·381
•	1850 Juli	23·0	—0·006	+0·007	—0·037	—0·034	—0·11	—0·382
	Jan.	8·3	—0·007	+0·013	—0·042	—0·024	—0·07	—0·378
	1849 Juni	26·6	—0·006	+0·015	—0·038	—0·013	—0·02	—0·370
	1848 Dec.	23·1	—0·003	+0·011	—0·028	—0·007	+0·02	—0·351
	Juli	9·3	—0·001	+0·005	—0·016	—0·009	+0·07	—0·320
	Febr.	19·0	0·000	—0·002	—0·007	—0·016	+0·10	—0·282
	1847 Oct.	29·5	0·000	—0·006	—0·002	—0·019	+0·11	—0·235
	Aug.	6·8	0·000	—0·005	—0·001	—0·014	+0·07	—0·184
	Juni	9·9	0·000	—0·002	+0·001	—0·005	+0·01	—0·131
	Mai	1·7	0·000	0·000	+0·002	0·000	—0·03	—0·092
P.	April	2·3	0·000	0·000	+0·002	0·000	—0·02	—0·076
	März	4·0	0·000	0·000	—0·001	+0·001	+0·02	—0·092
	Jan.	23·8	0·000	—0·001	—0·004	+0·004	+0·05	—0·137
	1846 Nov.	26·9	0·000	—0·003	—0·006	+0·005	+0·08	—0·212
	Sept.	4·2	—0·001	—0·005	—0·010	+0·005	+0·08	—0·212
	Mai	14·7	—0·003	—0·005	—0·016	+0·002	+0·07	—0·424
	1845 Dec.	24·4	—0·004	—0·002	—0·024	+0·001	+0·05	—0·538
	Juli	10·6	—0·005	+0·001	—0·033	+0·005	+0·01	—0·638
	Jan.	6·1	—0·004	+0·004	—0·037	+0·014	—0·02	—0·701
	1844 Juni	25·4	—0·003	+0·004	—0·039	+0·024	—0·07	—0·717
	1843 Dec.	11·7	—0·001	+0·002	—0·034	+0·033	—0·11	—0·680
	Juni	9·2	0·000	—0·001	—0·025	+0·038	—0·13	—0·598
	1842 Dec.	24·4	+0·001	—0·004	—0·017	+0·036	—0·14	—0·487
	Aug.	5·1	+0·001	—0·004	—0·008	+0·030	—0·12	—0·368
	April	14·6	0·000	—0·003	—0·002	+0·019	—0·08	—0·260
	Jan.	20·9	0·000	—0·001	—0·001	+0·008	—0·03	—0·175
	1841 Nov.	24·0	0·000	0·000	—0·001	0·000	+0·02	—0·115
	Oct.	15·8	0·000	0·000	—0·002	—0·001	+0·03	—0·079
P.	Sept.	16·4	0·000	0·000	0·000	—0·001	0·00	—0·068
	Aug.	18·1	0·000	0·000	+0·002	—0·002	—0·03	—0·079
	Juli	9·9	0·000	0·000	+0·002	0·000	—0·02	—0·114
	Mai	13·0	0·000	+0·001	+0·002	+0·006	+0·02	—0·172
	Febr.	18·3	+0·001	+0·003	+0·003	+0·019	+0·07	—0·253
	1840 Oct.	28·8	+0·002	+0·004	+0·010	+0·030	+0·11	—0·360
	Juni	9·5	+0·005	+0·003	+0·020	+0·037	+0·14	—0·475
	1839 Dec.	25·7	+0·008	—0·001	+0·031	+0·037	+0·13	—0·584
	Juni	23·2	+0·010	—0·010	+0·040	+0·032	+0·11	—0·664
	1838 Dec.	9·5	+0·012	—0·021	+0·045	+0·021	+0·08	—0·699
	Mai	27·8	+0·012	—0·029	+0·043	+0·008	+0·05	—0·687
	1837 Nov.	23.3	+0·009	—0·033	+0·037	—0·001	+0·01	—0·627
	Juni	9·5	+0·006	—0·031	+0·026	—0·006	—0·03	—0·536
	Jan.	19·2	+0·003	—0·023	+0·017	—0·003	—0·05	—0·425

	Datum		$di : dE$	$d\Omega : dE$	$d\varphi : dE$	$d\pi : dE$	$1000\, d\mu : dE$	$dM : dE$
	1836 Sept.	28·7	+0'001	—0'014	+0'009	+0'001	—0'07	—0'316
	Juli	7·0	0·000	—0·006	+0·006	+0·003	—0·07	—0·216
	Mai	10·1	0·000	—0·002	+0·004	+0·003	—0·05	—0·140
	März	31·8	0·000	0·000	+0·002	+0·001	—0·02	—0·094
P.	März	2·5	0·000	0·000	—0·001	0·000	+0·02	—0·079
	Febr.	2·2	0·000	—0·001	—0·002	0·000	+0·03	—0·095
	1835 Dec.	25·0	+0·001	—0·003	—0·002	—0·004	0·00	—0·136
	Oct.	28·1	—0·001	—0·006	0·000	—0·015	—0·07	—0·192
	Aug.	5·4	—0·002	—0·006	0·000	—0·024	—0·12	—0·245
	April	14·9	—0·002	—0·003	+0·001	—0·025	—0·13	—0·286
	1834 Nov.	24·6	0·000	0·000	+0·008	—0·019	—0·10	—0·317
	Juni	10·8	+0·002	0·000	+0·016	—0·017	—0·06	—0·336
	1833 Dec.	7·3	+0·003	—0·004	+0·025	—0·021	0·00	—0·345
	Mai	25·6	+0·004	—0·008	+0·027	—0·028	+0·05	—0·350
	1832 Nov.	10·9	+0·004	—0·010	+0·022	—0·034	+0·09	—0·355
	Mai	9·4	+0·003	—0·010	+0·015	—0·036	+0·13	—0·360
	1831 Nov.	24·6	+0·002	—0·008	+0·007	—0·032	+0·14	—0·350
	Juli	6·3	+0·001	—0·006	+0·002	—0·026	+0·13	—0·323
	März	15·8	0·000	—0·005	0·000	—0·019	+0·11	—0·271
	1830 Dec.	22·1	0·000	—0·003	—0·002	—0·011	+0·07	—0·208
	Oct.	25·2	0·000	—0·001	0·000	—0·005	+0·02	—0·147
	Sept.	16·0	0·000	0·000	+0·001	—0·001	—0·02	—0·103
P.	Aug.	17·7	0·000	0·000	+0·002	0·000	—0·03	—0·086
	Juli	19·4	0·000	0·000	+0·001	+0·001	—0·01	—0·102
	Juni	10·2	0·000	—0·001	—0·004	+0·007	+0·07	—0·152
	April	13·3	—0·001	—0·005	—0·010	+0·021	+0·19	—0·254
	Jan.	19·6	—0·004	—0·011	—0·020	+0·039	+0·33	—0·427
	1829 Sept.	29·1	—0·010	—0·017	—0·043	+0·052	+0·44	—0·703
	Mai	10·8	—0·019	—0·012	—0·109	+0·068	+0·49	—1·107
	1828 Nov.	25·0	—0·018	+0·004	—0·193	+0·098	+0·33	—1·602
	Mai	23·5	+0·008	—0·008	—0·294	+0·175	—0·06	—2·054
	1827 Nov.	9·8	+0·054	—0·093	—0·315	+0·274	—0·55	—2·206
	April	28·1	+0·078	—0·199	—0·235	+0·321	—0·90	—1·927
	1826 Oct.	24·6	+0·062	—0·218	—0·125	+0·274	—0·97	—1·339
	Mai	10·8	+0·032	—0·153	—0·048	+0·189	—0·81	—0·760
	1825 Dec.	20·5	+0·011	—0·078	—0·011	+0·112	—0·54	—0·370
	Aug.	30·0	+0·002	—0·029	+0·002	+0·054	—0·30	—0·162
	Juni	7·3	0·000	—0·008	+0·003	+0·021	—0·13	—0·069
	April	10·4	0·000	—0·001	0·000	+0·004	—0·02	—0·034
	März	2·2	0·000	0·000	—0·001	0·000	+0·03	—0·021
P.	Jan.	31·8	0·000	0·000	—0·002	—0·001	+0·02	—0·020
	Jan.	2·5	0·000	—0·001	+0·001	—0·002	—0·01	—0·022
	1824 Nov.	25·3	0·000	—0·001	+0·002	—0·005	—0·04	—0·030
	Sept.	28·4	0·000	—0·001	+0·004	—0·008	—0·07	—0·035
	Juli	6·7	0·000	—0·001	+0·007	—0·008	—0·09	—0·031
	März	16·2	+0·001	+0·001	+0·014	—0·007	—0·09	—0·011
	1823 Oct.	25·9	+0·003	+0·002	+0·024	—0·008	—0·08	+0·040
	Mai	12·1	+0·005	—0·001	+0·033	—0·015	—0·05	+0·068
	1822 Nov.	7·6	+0·006	—0·006	+0·035	—0·027	—0·01	+0·107
	April	25·9	+0·007	—0·011	+0·032	—0·038	+0·05	+0·121
	1821 Oct.	12·2	+0·007	—0·017	+0·029	—0·045	+0·12	+0·094
	April	9·7	+0·007	—0·024	+0·026	—0·050	+0·18	+0·058

	Datum	$di : dE$	$d\Omega : dE$	$d\varphi : dE$	$d\pi : dE$	$1000\, d\mu : dE$	$dM : dE$
	1820 Oct. 24·9	+0'006	—0'029	+0'024	—0·054	+0'20	—0·015
	Juni 5·6	+0·004	—0·029	+0·017	—0·050	+0·18	—0·063
	Febr. 14·1	+0·002	—0·022	+0·010	—0·034	+0·11	—0·082
	1819 Nov. 22·4	0·000	—0·011	+0·005	—0·014	+0·02	—0·078
	Sept. 25·5	0·000	—0·004	+0·004	—0·002	—0·04	—0·055
	Aug. 17·3	0·000	—0·001	+0·003	+0·001	—0·04	—0·036
P.	Juli 19·0	0·000	0·000	+0·001	+0·001	—0·01	—0·030

Legt man nun wie früher die Osculationsepoche auf 1858 Mai 2·1 und sucht durch Integration die Störungen, welche der Komet durch Saturn einerseits bis 1819 Juli 19·0 und andererseits bis 1869 Juni 30·0 erfährt, so findet sich

Saturn-Störungen

1858 Mai 2·1—1819 Juli 19·0	1858 Mai 2·1—1869 Juni 30·0
$\Delta M = +46'4$	$\Delta M = -0'2$
$\Delta\pi = -\ 2·5$	$\Delta\pi = -0·3$
$\Delta\Omega = +\ 2·8$	$\Delta\Omega = -0·1$
$\Delta i = -\ 0·9$	$\Delta i = \ 0·0$
$\Delta\varphi = -\ 0·6$	$\Delta\varphi = \ 0·0$
$\Delta\mu = -0'063$	$\Delta\mu = -0'006.$

Damit berechnet sich aus

$$\mu = \frac{-7\cdot 360^\circ + 407'1}{-14167\cdot 137} \qquad \mu = \frac{+2\cdot 360^\circ + 198\cdot 7}{+4076\cdot 905}$$

(1819—1858) (1858—1819)

$$\mu = 638'6312 \qquad \mu = 638'7007.$$

Diese nun noch auftretende kleine Differenz zwischen den beiden Werthen von μ läßt sich offenbar wohl durch die Fehler der genäherten Störungsrechnung und durch die Vernachlässigung der Störungen der übrigen Planeten erklären; die durch diese Werthe angedeutete Beschleunigung in der mittleren Bewegung [1]) ist so gering, daß, falls sie reell wäre, deren Übergehung keine sehr nachtheiligen Folgen für die Vorausberechnung nach sich ziehen würde.

[1]) Etwa $^1/_{65}$ Bogensecunde von Umlauf zu Umlauf.

Indem ich den beiden obigen Bestimmungen je nach Maßgabe der Umläufe das Gewicht 7 und 2 zutheile, nehme ich für die ferneren Untersuchungen den Werth der täglichen mittleren siderischen Bewegung zu

$$\mu = 638''65$$

an. Es würden demnach für die genaue Störungsberechnung folgende Elemente in Anwendung gezogen werden müssen, welche identisch sind mit den oben angeführten für den Kometen II. 1858 geltenden, nur daß ich, um die Abänderung in der mittleren Bewegung der Hauptsache nach zu berücksichtigen, den Excentricitätswinkel um 3" vergrößert habe. Es wird sein:

Osculation & $T = 1858$ Mai 2·07389 m. Berl. Zeit

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 275^\circ 38' 46'' \\ \Omega &= 113\ 31\ 59 \\ i &= 10\ 48\ 7 \end{aligned}\right\} \text{mittl. Äq. } 1858,0$$

$$\varphi = 49\ 0\ 50$$

$$\mu = 638''65.$$

Da die Constanz der großen Achse nach Abzug der Störungen der Hauptsache nach gesichert zu sein scheint, so beabsichtige ich zunächst nur durch genaue Verbindung der Erscheinungen 1858 und 1869 Elemente abzuleiten, die gewiß hinreichend sein werden, genügend genaue Ephemeriden für das Jahr 1874 zu liefern. Über das Resultat dieser Rechnungen, die erst in Angriff genommen werden müssen, soll eine spätere Abhandlung berichten.

XXV. SITZUNG VOM 10. NOVEMBER 1870.

Die Handels- und Gewerbekammer für Österreich unter der Enns ladet, mit Zuschrift vom 5. November l. J., zur Beschickung der nächstjährigen internationalen Kunst- und Industrie-Ausstellung in London ein.

Das w. M. Herr Hofrath W. Ritter v. Haidinger übermittelt, mit Schreiben vom 9. November l. J., seine neueste Publication, betitelt: „Der 8. November 1845. Jubel-Erinnerungstage. Rückblick auf die Jahre 1845—1870."

Herr Dr. G. C. Laube dankt mit Schreiben vom 5. November für die ihm zum Zwecke seiner Theilnahme an der zweiten deutschen Nordpol-Expedition bewilligte Subvention.

Das w. M. Herr Prof. Dr. Joh. Gottlieb in Graz übersendet die „chemische Analyse des Königsbrunnens zu Kostreinitz in der unteren Steiermark."

Derselbe übersendet ferner die „Analyse der Gräfl. Meran'schen Johannesquelle bei Stainz", ausgeführt von seinem Assistenten, Herrn Anton Franz Reibenschuh.

Das w. M. Herr Prof. Dr. J. Loschmidt überreicht eine weitere Fortsetzung der unter seiner Leitung im physikalischen Institute vom Herrn J. Benigar ausgeführten „Experimental-Untersuchungen über die Diffusion von Gasgemengen."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juli 1870. Berlin; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1824 (Bd. 76. 24.) Altona, 1870; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XXXIX, Nr. 153. Genève, Lausanne, Paris, 1870; 8°.

Gelehrten-Gesellschaft, k. k., zu Krakau: Rocznik. Tom XVI & XVII. W Krakowie, 1869 & 1870; 8°. — Sprawozdanie komysyi fizyograficznéj. Tom IV. Kraków, 1870; 8°. — Majer, J., Pamiętnik pierwszego zjazdu lekarzy i przyrodników polskich odbytego w r. 1869. Kraków, 1870; 8°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. N. F. 3. Nr. 13. Wien, 1870; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. V. Band, Nr. 21. Wien, 1870; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXXI. Jahrg., Nr. 35. Wien, 1870; gr. 8°.

Haidinger, W. Ritter von, Der 8. November 1845. Jubel-Erinnerungstage. Rückblick auf die Jahre 1845 bis 1870. (Aus der Zeitschrift „Die Realschule", Bd. I.) Wien, 1870; 8°.

Instituut, Koninkl., voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch Indië. III. Volgreeks, IV. Deel, 1ᵉ Stuk. 's Gravenhage, 1870; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von F. Vorwerk. Band XXXIV, Heft 3. Speyer, 1870; 8°.

Nature. Nr. 53, Vol. III. London, 1870; 4°.

Report, XXth and XXII^{d} Annual, of the Regents of the University of the State of New York on the Condition of the State Cabinet of Natural History and the Historical and Antiquarian Collection annexed thereto. 1867 & 1869. Albany; 8°.

— of the State of the New York Hospital and Bloomingdale Asylum, for the Year 1869. New York, 1870; 8°.

Société géologique de France: Bulletin. 2ᵉ Série. Tome XXVI. 1869, Nr. 7; Tome XXVII, 1870, Nrs. 1—3. Paris; 8°.

Society, The American Geographical and Statistical: Journal. 1870. Vol. II. Part 2. New York; 8°.

— the New York State Agricultural: Transactions. For the Year 1867. (II Volumes.) Albany, 1868; 8°. — Ist and II^{d} Reports of

the Special Committee appointed by the Executive Board of N. Y. St. Agr. Soc. on the Statistics, Pathology and Treatment of the Epizoötic Disease known as the Rinderpest. Albany, 1867; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 52. Wien, 1870; 4°.

Wilson, H., Trow's New York City Directory. Vol. LXXXI. for the Year ending May 1, 1868. New York; 8°. — Wilson's business Directory. 1867—68. New York; 12°.

Über die Bildung elektrischer Ringfiguren durch den Strom der Influenzmaschine.

Von **Julius Peterin**,
Professor an der k. k. Marine-Akademie.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. October 1870.)

Rieß hat zuerst die charakteristische Formverschiedenheit der schon seit dem Jahre 1768 unter dem Namen der Priestley'schen Ringe bekannten elektrischen Figuren je nach der Richtung des sie bildenden Funkenstromes nachgewiesen [1]) und dadurch das Interesse, das bis dahin allein den Staubfiguren eben wegen ihrer Formverschiedenheit zugewendet war, auch auf die elektrischen Ringfiguren ausgedehnt. — Rieß's Untersuchungen wurden mit der Leydner-Flasche, mit der Elektrisirmaschine und mit dem elektromagnetischen Inductionsapparate ausgeführt.

Ich habe die Herbstferien dieses Jahres dazu benützt, um die Versuche Rieß's mittelst einer Holtz'schen Influenzmaschine erster Art im physikalischen Cabinete der k. k. Marine-Akademie in Fiume zu wiederholen, und dabei Resultate erhalten, die selbstverständlich jenen, welche Rieß mit dem Inductionsapparate erzielte, ähnlich sind.

Einzelne Modificationen jedoch in der Bildung und Größe der elektrischen Ringfiguren, die theils in der von mir angewandten Elektricitätsquelle, theils in den langen Funken, mit welchen ich experimentirte, ihren Grund haben, sollen hier angegeben und näher beschrieben werden.

---

[1]) Poggendorff's Annalen, Band CXIV, II. Stück.

§. 1.

Die elektrischen Ringfiguren lassen sich an der Holtz'schen Influenzmaschine unmittelbar ohne Anwendung eines besonderen Apparates darstellen. Zu diesem Zwecke werden die beiden Kugelelektroden so wie die obersten Kuppeln der verticalen Messingcylinder der Influenzmaschine blank polirt, und die unteren Theile der beiden Messingcylinder durch einen kurzen Kupferdraht in metallische Verbindung gebracht. Nach Erregung der Influenzmaschine nähert man die beiden Kugelelektroden den Messingcylindern auf eine Distanz von 1—2 Millimetern. Schon nach einer kurzen Dauer des Funkenstromes entstehen sowohl an den beiden Elektrodenkugeln als an den beiden Messingcylindern ausgebildete Ringfiguren und zwar die positive an der positiven Elektrodenkugel und an dem unter der negativen Elektrode befindlichen Messingcylinder, die negative Ringfigur dagegen an der negativen Elektrodenkugel und an dem unter der positiven Elektrode liegenden Cylinder.

Schneller und größer erhält man diese Figuren ohne Anwendung des Condensators, wenn nämlich der Strom an den Unterbrechungsstellen in Form von Büscheln übergeht. Wird aber auf der Influenzmaschine der Condensator aufgesetzt, wodurch hell leuchtende Funken zwischen den Elektrodenkugeln und den Messingcylindern entstehen, so treten die Ringfiguren zwar scharf begrenzt, jedoch viel kleiner hervor; auch erfordert ihre Ausbildung eine längere Stromdauer.

§. 2.

Bei mehr als zwei Unterbrechungsstellen des Influenzstromes entstehen ebenfalls die elektrischen Ringfiguren der Art, daß an der Stelle, an welcher der positive Strom den Schließungsleiter verläßt, die positive und an derjenigen Stelle, an welcher er in den Leiter eintritt, die negative Ringfigur sich bildet; vorausgesetzt, daß der Schließungsleiter an den Übergangsstellen Flächen darbiete, die zur Erzeugung elektrischer Ringfiguren sich eignen.

Bei drei Unterbrechungsstellen wurde der Versuch auf folgende Art angestellt:

Die unteren Theile der verticalen Messingcylinder der Influenzmaschine wurden mit den äußeren Enden des Henley'schen allge-

meinen Ausladers mittelst dünner mit Seide übersponnener Kupferdrähte leitend verbunden und die mittleren Messingkugeln des Ausladers auf 1—2 Millimeter einander genähert. Eben so weit standen die beiden Elektrodenkugeln der Influenzmaschine von den obersten Enden der verticalen Messingcylinder ab. Nach 5 Minuten Stromdauer und ohne Anwendung des Condensators waren die drei Paare Ringfiguren nach dem im Eingange dieses Paragraphen ausgesprochenen Gesetze vollkommen ausgebildet; die Figuren an den beiden Ausladerskugeln nebstdem mit schönen farbigen (rothen, gelben, grünen und blauen) Ringen versehen. Weniger deutliche und viel kleinere Ringfiguren entstanden bei Anwendung des condensirten Stromes.

Bei kurzer Stromdauer oder größeren Abständen war an allen den Übergangsstellen, an welchen der positive Strom in den Leiter eingetreten war, gar nichts zu bemerken, während an allen denjenigen Stellen, an welchen derselbe aus dem Schließungsleiter austrat, sich die positiven Ringfiguren durch schwarze Scheiben kenntlich machten.

§. 3.

Zur Darstellung der Ringfiguren auf Metallplatten wurden nach Rieß's Vorgang zwei Stahlnadeln (englische Nähnadeln Nr. 7) durch sehr dünne mit Seide übersponnene Kupferdrähte mit den Messingcylindern der Influenzmaschine leitend verbunden. Unter den freien Spitzen der übrigens von dünnen Glasröhren umgebenen und vertical aufgestellten Nadeln lag isolirt auf einem Holzstative eine blank polirte kreisrunde Messingplatte. Durch Senkung des Stativs konnte die Messingplatte in verschiedenen Entfernungen von den Stahlspitzen gebracht werden. Nachdem die Influenzmaschine durch eine geladene Leydner Flasche erregt wurde, näherte man die Elektrodenkugeln den beiden Messingcylindern bis auf 2 (oder auch mehrere) Millimeter. Bei dieser Anordnung ging der positive Strom von der positiven Elektrode zum nächsten Messingcylinder und von der mit diesem leitend verbundenen Nadelspitze auf die Messingplatte, von der Messingplatte zur zweiten Nadelspitze und durch den anderen Cylinder zur negativen Elektrode mit Funken oder Büscheln über; je nachdem der condensirte oder der uncondensirte Strom angewendet wurde.

Die hell leuchtenden Funken, welche bei Anwendung des Condensators von der positiven Nadel zur Platte und von der Platte zur negativen Nadelspitze übergehen, bringen auf einer Messingplatte zwar schärfer begrenzte, jedoch viel kleinere Ringfiguren hervor, als die Büschel, die von uncondensirtem Strome herrühren. Auch sind die durch Büschelentladungen auf Messingplatten erzeugten positiven Ringfiguren mit einem sehr breiten asch- oder stahlgrauen Saume umgeben, welcher Saum bei den durch leuchtende Funken hervorgebrachten Figuren erst bei einer langen Stromdauer oder bei einem größeren Abstande der negativen Nadel von der Messingplatte sich zu bilden beginnt.

Ich bemerke hier, daß ich mit Rieß von den auf einer Metallplatte entstandenen Ringfiguren stets diejenige als negative annehme, welche beim Übergange des positiven Influenzstromes aus der Nadel in die Platte gebildet wird; während die beim Übertritte desselben Stromes aus der Platte in die Nadelspitze erzeugte Ringfigur als positive angesehen werden soll.

§. 4.

Was die relative Größe der durch Büschel und der durch leuchtende Funken dargestellten Ringfiguren anbelangt, so haben die ersteren bei gleichem Abstande der Nadelspitzen von der Messingplatte und bei gleicher Stromdauer nahezu den doppelten Durchmesser der letzteren.

Die Form der durch den condensirten Strom der Influenzmaschine hervorgebrachten elektrischen Figuren war bei Abständen der beiden Nadeln von 1—3 Millimetern über der Messingplatte gleich der Form jener Ringfiguren, welche Rieß durch den elektromagnetischen Inductionsapparat hervorgerufen hat.

Betrug die Entfernung der Nadeln von der Messingplatte 4 bis 5 Millimeter und die Stromdauer 5—10 Minuten, so bestand die positive Ringfigur aus einer schwarzen oder schwarzgrauen Scheibe (in vielen Fällen mit hellem Mittelpunkte) und aus einem dunkelgelben, scharf begrenzten Ringe. Zwischen Ring und Scheibe befand sind ein blaßgelber Gürtel mit rothen, grünen und blauen Ringen. Die Figur war außerdem von einem stahlgrauen Saume umgeben. Dieser stahlgraue Saum bildete sich im Übrigen auch bei einem Abstande der Nadeln von 3 Mm., jedoch erst nach einer Stromdauer von 10 Minuten.

Die negativen Ringfiguren, welche bei einem Nadelabstande von 4—5 Mm. und bei einer Stromdauer von 10 Minuten durch den condensirten Strom gebildet wurden, bestanden in vielen Fällen aus einer blanken, öfters auch aus einer silbergrauen Fläche mit dunklem Centrum, welche von einem matt gelben Rande umgeben war. Um den Rand sowie auch im Inneren der Kreisfläche waren Haufen feiner grauer Punkte zu erkennen, welche jene Stellen der Platte bezeichnen, die von den rasch aufeinander folgenden Funken getroffen werden.

§. 5.

Ähnlich in der Form, nur mit einem breiteren grauen, ins Blaue überspiegelndem Saume, und eben deßhalb auch vom größeren Durchmesser sind die durch Büschelentladungen ohne Anwendung des Condensators dargestellten positiven Ringfiguren. Bei 1 Mm. Abstand der Nadelspitze von der Messingplatte und 2 Minuten Stromdauer hatte die positive Ringfigur, den Saum mit einbegriffen, einen Durchmesser von 3 Mm. bei 2 Mm. Abstand und der nämlichen Stromdauer einen beiläufigen Durchmesser von 6 Mm. Bei 3 Mm. Abstand und 5 Minuten Stromdauer betrug der Durchmesser der ganzen positiven Figur über 10 Mm. und bei 4 Mm. Abstand und 10 Minuten Stromdauer nahezu 12 Mm. Der stahlgraue Saum bei Abständen von 2 und 3 Mm. war nach außen zu brandgelb gefärbt.

Alle diese positiven Ringfiguren hatten entweder eine vollkommene oder wenigstens eine annähernde Kreisform; die durch Büschelentladungen auf einer Messingplatte erzeugten negativen Ringfiguren waren dagegen nur bei Abständen von 1 Mm. oder unter 1 Mm. kreisförmig; bei größeren Abständen aber hatten dieselben durchgehends eine bogenförmig ausgeschweifte oder Blumenblättern ähnliche Gestalt.

Fig. 1 und 2 stellen zwei Paare Ringfiguren auf Messing dar; Fig. 1 wurde bei 2 Mm. Abstand der Nadelspitzen und 3 Minuten Stromdauer, Fig. 2 bei 3 Mm. Abstand und 5 Minuten Stromdauer erhalten.

Fig. 3 ist eine negative Ringfigur, die bei 4 Mm. Abstand und 10 Minuten Stromdauer entstanden ist.

§. 6.

Ohne Anwendung des Condensators wurden die elektrischen Ringfiguren auch auf polirten Kupfer- und Zinkplatten dargestellt. Der Saum der positiven Figur auf Kupfer ist grau ins Röthliche überspielend, auf Zink aschgrau ins Bläuliche übergehend. Die negativen Ringfiguren waren selbst bei Entfernungen der Nadeln von der Zink- und Kupferplatte, die 1 Mm. und unter 1 Mm. betrugen, bogenförmig gelappt oder Blumenblättern ähnlich.

Die Figuren 4, 5 und 6 stellen 3 Paare Ringfiguren, die auf einer Kupferplatte entstanden sind, dar.

Fig. 4 wurde bei einem Nadelabstande von 1 Mm. und 2—3 Minuten Stromdauer; Fig. 5 bei 2 Mm. Abstand und 5 Minuten Stromdauer; Fig. 6 bei 3 Mm. und 10 Minuten Stromdauer erhalten.

In Fig. 7 ist ein Paar auf Zink erzeugter Ringfiguren abgebildet, die bei einer Entfernung der Nadelspitzen von 1 Mm. über einer kreisförmigen Zinkplatte hervorgerufen wurden.

Selbstverständlich können weder die eben erwähnten noch die früheren und die nachfolgenden Abbildungen keinen auch noch so geringen Grad von Genauigkeit beanspruchen, da die ungemeine Zierlichkeit in der Form der elektrischen Ringfiguren durch Zeichnungen nicht wieder gegeben werden kann. Wenn ich sie daher hier skizzirt habe, so geschah dies blos aus dem Grunde, um ein ganz allgemeines Bild ihrer äußeren, dem bloßen Auge sich darbietenden Formen zu entwerfen.

§. 7.

Um die elektrischen Ringfiguren auch bei großen Entfernungen der Metallplatten von den Nadelspitzen hervorzurufen, habe ich dieselben gesondert mittelst einer einzigen Nadel und bei steter Anwendung des condensirten Stromes dargestellt. Dabei wurde die Metallplatte durch einen dünnen Kupferdraht mit dem positiven oder negativen Conductor der Influenzmaschine in directe leitende Verbindung gebracht, je nachdem die positive oder die negative Ringfigur gebildet werden sollte; während der andere Conductor durch einen zweiten Kupferdraht mit der Stahlnadel metallisch verbunden war. Auf diese Weise habe ich beide Arten von Ringfiguren getrennt erhalten; und zwar bei Nadelabständen von der Platte von 5, 10, 15 und sogar 20 Mm.

Da bei diesen größeren Abständen die Wiederholung der Funken verschiedene Stellen der Metallfläche trifft, so entstehen ausgebildete Ringfiguren erst nach einer langen Stromdauer, die bei einem Spitzenabstande von 20 Mm. sogar 30 Minuten erreicht. Nach einer kurzen Stromdauer bemerkt man an der Stelle, wo sich die Figur bilden soll, feine Punkte, die wie Nadelstiche aussehen, und sich nahezu kreisförmig lagern. Erst nach und nach bräunt sich zuerst der Mittelpunkt der positiven Figur, dann die übrigen Theile; der Saum nimmt zu seiner Entstehung die längste Stromdauer in Anspruch. Die Ausbildung der negativen Ringfigur erfordert eine bedeutend längere Stromdauer als die der positiven.

In den meisten Fällen bestehen die bei einem Abstande von 5 — 20 Mm. auf einer Messingplatte dargestellten positiven Ringfiguren aus einem schwarzgrauen, röthlich schillernden Flecke, der inmitten einer silbergrauen Scheibe liegt. Die Scheibe ist von einem gelben mit grauen Punkten besäeten Ringe umgeben; in einiger Entfernung dieses Ringes tritt der stahlgraue Saum auf, der bei fortgesetzter Stromdauer nach außen hin sich braungelb färbt.

Die negative Figur besteht gewöhnlich aus einer grauen, in der Mitte braun gefärbten Scheibe, eingeschlossen von einem dunkelgelben Rande, der mit einem Haufen feiner Punkte ganz umgeben erscheint. Ein sehr blasser, aschgrauer Saum wurde nur äußerst selten bei sehr langer Stromdauer beobachtet.

Die Ringfiguren, welche in Fig. 8 abgebildet erscheinen, sind bei 10 Mm. Abstand und 10 Minuten Stromdauer, die in Fig. 9 bei 15 Mm. Abstand und 15 Minuten Stromdauer, und endlich die in Fig. 10 bei 15 Mm. und 20 Minuten Stromdauer auf Messingplatten entstanden.

§. 8.

Auch auf polirten Kupfer- und Zinkplatten wurden bei Spitzenabständen von 5, 10, 15 und 20 Mm. die elektrischen Ringfiguren getrennt dargestellt. Der Saum der positiven Figur auf Kupfer ist röthlich grau und bleibend ausgebildet, der der negativen Figur viel blasser und erst bei schiefer Beleuchtung erkennbar.

Bei 15 Mm. Entfernung der Nadelspitze von der Kupferplatte und 20 Minuten Stromdauer betrug der beiläufige Durchmesser der positiven Ringfigur ohne Saum 7 Mm., mit Saum 11 Mm. (Fig. 11).

Das in Fig. 12 abgebildete Paar entspricht einem Abstande von 10 Mm. und einer Stromdauer von 10 Minuten.

Die auf polirten Zinkplatten gebildeten Ringfiguren hatten bei 5 Mm. Abstand einen aschgrauen, bei 10 und 15 Mm. einen schönen, dunkelblauen Saum. Bei 10 Mm. Abstand und 10 Minuten Stromdauer war der approximative Durchmesser der positiven Ringfigur ohne Saum 5, mit Saum über 8 Mm.; der der negativen ohne Saum 7, mit Saum 9 Mm.

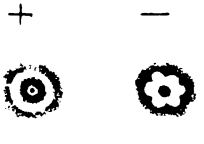


Fig. 1

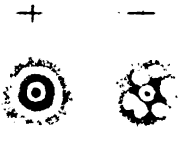


Fig. 2

Fig. 3

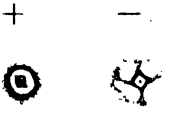


Fig. 4

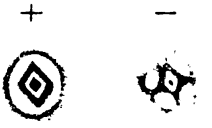


Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

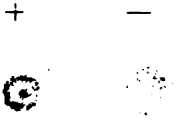


Fig. 8

Fig. 9

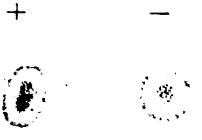


Fig. 10

Fig. 11

Fig. 12

Stanford University

Experimental-Untersuchungen über die Diffusion von Gasgemengen.

Von **J. Benigar**,
Zögling des physikalischen Institutes.

Über die Diffusion der Gase und Gasgemenge ohne poröse Scheidewände haben Herr Prof. Loschmidt und Herr Wretschko im physikalischen Institute eine Reihe von Versuchen angestellt, und es ward mir die erwünschte Aufgabe, während der letzten Studienferien diese Arbeiten weiter fortzuführen. Die von mir angestellten Versuche gingen darauf hinaus, die Änderung, welche die Diffusionsconstante eines Gases *A*, wenn dieses gegen zwei andere, *B* und *C*, die nach verschiedenen Verhältnissen gemischt sind, diffundirt und ebenso die Änderung der Diffusionsconstanten dieser beiden Gase zu bestimmen.

Zu diesem Zwecke sind mir drei Gase zur Disposition gestanden: Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlensäure. Die Diffusionen wurden in demselben Apparate vorgenommen, den schon Herr Professor Loschmidt beschrieben hat. Die drei Gase habe ich in verschiedenen Mischungsverhältnissen verwendet; diese waren folgende: Beim 1. Versuch befanden sich in der oberen Diffusionsröhre 75% H und 25% O, in der unteren 100% CO_2; beim 2. und 3. Versuch in der oberen $66\frac{2}{3}$% H und $33\frac{1}{3}$% O, d. h. Knallgas, in der unteren 100% CO_2; beim 4. und 5. oben 50% H und 50% O, unten 100% CO_2; beim 6. und 7. Versuch oben 25% H und 75% O, unten 100% CO_2; beim 8. und 9. oben 100% H, unten 50% CO_2 und 50% O.

Um in der oberen Diffusionsröhre 50% H und 50% O zu erhalten, füllte ich die obere mit H, die untere mit O, und zwar so, daß ein geringer Überdruck stattfand. Nach der Füllung wurden die Drucke

durch beiderseitige Öffnung der Hähne mit dem Luftdrucke ausgeglichen, der Apparat vertical gestellt, so daß das specifisch schwerere Gas nach oben, das leichtere nach unten zu stehen kam, und in dieser Lage befestigt. Hierauf wurde der Schieber in der Mitte des Apparates gezogen und damit die Mischung der beiden Gase eingeleitet. Nach einem ziemlich langen Zeitintervalle wurde der Apparat noch $^1/_4$ Stunde horizontal gestellt, um ganz sicher zu sein, daß sich die beiden Gase der ganzen Röhrenlänge nach gleichmäßig vertheilt hatten. Durch vorsichtiges Hineinlassen von Quecksilber wurde in den Röhren wieder ein Überdruck erzielt und der Schieber hineingeschoben. Aus der unteren Röhre, worin sich schon etwas Quecksilber befand, wurde das Gemisch vollständig durch Quecksilber verdrängt, und dieselbe mit getrockneter Kohlensäure angefüllt. In der oberen Röhre befanden sich daher nach Wiederausgleichung der Drucke $^1/_2$ H und $^1/_2$ O, d. i. 50% H und 50% O, in der unteren 100% CO_2. Gleich nach der Ausgleichung der Drucke wurde die Temperatur am Thermometer, das im Apparate befestigt war, und der Barometerstand abgelesen, der Apparat selbst vertical gestellt, natürlich so, daß das schwerere Gas nach unten, das leichtere nach oben zu stehen kam. Der Schieber wurde nun schnell und möglichst sanft verschoben. Nach einem bestimmten Zeitintervalle wurde der Schieber wieder rasch hineingeschoben und die Diffusion beendet. Schließlich wurden die Analysen der Gemische nach gasometrischer Methode ausgeführt.

Das Verhältniß von 75% H und 25% O oben, und 100% CO_2 unten wurde dadurch gewonnen, daß man zuerst auf dem schon beschriebenen Wege 50% H und 50% O in beiden Röhren erzielte. Die obere Röhre füllte ich darauf, nachdem das Gemisch durch Quecksilber verdrängt worden war, mit H, und ließ die Mischung vor sich gehen, bis in beiden Röhren dieselbe eine gleichmäßige, d. i. von 150% H und 50% O geworden war. Das weitere Verfahren wie oben.

Das Verhältniß von 75% O und 25% H ward genau auf die eben beschriebene Weise hergestellt.

Das Knallgas wurde mittelst elektrischen Stromes entwickelt und unmittelbar in der oberen Diffusionsröhre aufgefangen.

Die Ergebnisse der angestellten Analysen sind in den nachstehenden Tabellen niedergelegt.

I. Versuch.

Vor der Diffusion: im oberen Rohr 75% H und 25% O, im unteren Rohr 100% CO_2. Diffusionszeit: ¾ Stunde. $t = 18{\cdot}5°C$. $b = 744{\cdot}8$ Mm.

Diffusions-rohr	obere Ablesung	reducirt	untere Ablesung	t	b	v	CO_2%	H%	O%
U	216	218·04	244	17·6	753·1	145459·7			
U'	95·4	94·78	245·4	17·7	752·7	53648·6	63·1179	31·8735	5·0086
U''	203	196·4	658·5	17·6	752·1	51959·0			
U'''	150·2	143·62	659	17·6	752	30790·6			
O	224·6	221·88	241	17·6	753·1	150439·5			
O'	153·8	151·1	242·5	17·7	752·7	94226·4	37·3659	42·5661	20·0680
O''	248·2	241·6	647	17·6	752·2	76809·4			
O'''	31	26·41	648	17·6	752·1	2979·9			

II. Versuch.

Vor der Diffusion: im oberen Rohr 66⅔% H. und 33⅓% O, im unteren Rohr 100% CO_2. Diffusionszeit: ¾ Stunde. $t = 18{\cdot}3°C$. $b = 749{\cdot}6$ Mm.

Diffusions-rohr	obere Ablesung	reducirt	untere Ablesung	t	b	v	CO_2%	H%	O%
U	232·5	236·72	243	21·3	752·7	162984·0			
U'	101·7	100·99	244·2	21·4	752·4	57122·2	64·9523	28·3961	6·6516
U''	209·9	208·3	842	21·3	752·3	19586·6			
U'''	190	188·28	875	21·2	752	8434·8			
O	239·7	236·94	248·6	21·3	752·7	163487·8			
O'	169·2	166·5	242·5	21·4	752·4	104857·3	35·8623	37·9447	26·1930
O''	234·5	232·9	840	21·1	752	27650·3			
O'''	159·8	157·34	872	21	752	3112·8			

III. Versuch.

Vor der Diffusion: im oberen Rohr 66⅔% H und 33⅓% O, im unteren Rohr 100% CO_2. Diffusionszeit: 1 Stunde. $t = 22°C$. $b = 754$ Mm.

Diffusionsrohr	obere Ablesung	reducirt	untere Ablesung	t	b	v	CO_2%	H%	O%
U	228	231·98	246·3	22·5	753·9	153315·7			
U'	107	106·38	247·8	23·6	753·5	59999·0	60·8657	30·8395	8·2948
U''	236	233·6	842	25	752·5	26313·4			
U'''	174·6	171·94	842·3	25·2	752·4	9581·4			
O	236	233·25	244·5	22·5	753·9	156267·0			
O'	157·7	155	245·8	23·6	753·5	94936·7	39·2471	35·7053	25·0476
O''	350·5	348·1	845	25·1	752·2	74604·6			
O'''	174	171·33	846	25·1	752	8835·5			

IV. Versuch.

Vor der Diffusion: im oberen Rohr 50% H und 50% O, im unteren Rohr 100% CO_2. Diffusionszeit ⅔ Stunde. $t = 22·8°C$. $b = 746·5$ Mm.

Diffusionsrohr	obere Ablesung	reducirt	untere Ablesung	t	b	v	CO_2%	H%	O%
U	219	221·07	240	20·8	744·8	144931·3			
U'	83	81·77	241	20·8	745·3	44626·1	69·2088	20·9037	9·8875
U''	301·7	299·3	853	20·8	744·4	48616·5			
U'''	141	137·87	854	20·6	744·9	1782·0			
O	221·8	219·09	237	20·8	744·8	144814·0			
O'	163	160·3	238	20·8	745·3	99847·7	31·0511	28·7558	40·1931
O''	379·3	378·11	852·5	20·9	744·7	88899·7			
O'''	264	261·6	853	21	744·5	33281·2			

V. Versuch.

Vor der Diffusion: im oberen Rohr 50% H und 50% O, im unteren Rohr 100% CO_2. Diffusionszeit: ¾ Stunde. $t = 22{\cdot}2°C$. $b = 745{\cdot}8$ Mm.

Diffusionsrohr	obere Ablesung	reducirt	untere Ablesung	t	b	v	CO_2%	H%	O%
U	228·7	230·45	244·5	20·8	745·3	152301·3			
U'	90·8	89·76	246	20·8	744·1	49120·1	67·7481	21·5577	10·6942
U''	257·4	255	833	20	740·2	34975·8			
U'''	113	109·44	834	20	740·2	183·6			
O	226·6	223·88	241	20	740	147737·4			
O'	165	161·8	242	20·2	739·6	99828·4	32·4285	28·0312	39·5403
O''	338·5	336·5	831	20·4	739·5	71767·6			
O''	235	232·6	831·5	20·2	739·4	27138·4			

VI. Versuch.

Vor der Diffusion: im oberen Rohr 25% H und 75% O, im unteren Rohr 100% CO_2. Diffusionszeit: ½ Stunde. $t = 18{\cdot}3°C$. $b = 751{\cdot}4$ Mm.

Diffusionsrohr	obere Ablesung	reducirt	untere Ablesung	t	b	v	CO_2%	H%	O%
U	230·4	232·44	242	18	749·1	157470·8			
U'	68·4	67·12	243·5	18·2	748·9	36108·3	77·0698	9·4166	13·5136
U''	191	184·5	666·5	18·2	748·2	44472·6			
U'''	110	104·04	667	18·4	747·9	17077·8			
O	230	227·26	239·4	18	749·1	154430·5			
O'	186·2	183	241	18·2	748·9	119088·0	22·8857	15·3262	61·7881
O''	281·8	275·09	659	18·4	747·7	91444·1			
O'''	231·8	224·6	659·2	18·2	747·8	64182·9			

VII. Versuch.

Vor der Diffusion: im oberen Rohr 25% H und 75% O, im unteren Rohr 100% CO_2. Diffusionszeit: 3/4 Stunde. $t = 20°C$. $b = 753$ Mm.

Diffusionsrohr	obere Ablesung	reducirt	untere Ablesung	t	b	v	CO_2%	H%	O%
U	229·3	231·05	245·5	19·6	751	154746·2			
U'	80·4	79·1	247	19·7	749·4	42999·2			
U''	189·2	182·73	644	19·4	748·7	47277·8	72·2131	10·7086	17·0783
U'''	112·6	106·66	644	19·4	748·5	19947·7			
O	227	224·27	243	19·6	751	150247·1			
O'	175·3	171·6	244	19·7	749·4	108952·6			
O''	296	289·19	663	19·6	748·5	98353·8	27·4844	14·1645	58·3511
O'''	245·3	238·1	663·2	19·6	747·9	69536·7			

VIII. Versuch.

Vor der Diffusion: im oberen Rohr 100% H, im unteren Rohr 50% O und 50% CO_2. Diffusionszeit: 1/2 Stunde. $t = 16°C$. $b = 755·2$ Mm.

Diffusionsrohr	obere Ablesung	reducirt	untere Ablesung	t	b	v	CO_2%	H%	O%
U	232	234·03	246·8	15	756·4	161706·8			
U'	171·8	174	247·4	15	754·8	112030·3			
U''	342·6	335·8	641·5	15	753·2	140571·9	30·7201	39·1823	30·0976
U'''	113·6	107·06	642	15·2	751·5	21318·1			
O	230·8	228·06	244	15	756·4	157927·6			
O'	194·2	191·5	244·8	15	754·8	127836·1			
O''	330·6	324·4	648·5	15	754·6	130387·3	19·0540	61·0930	19·8530
O'''	154	147·37	649·2	15	754·5	34450·1			

IX. Versuch.

Vor der Diffusion: im oberen Rohr 100 % H, im unteren Rohr 50 % O und 50 % CO_2. Diffusionszeit: $^2/_3$ Stunde. $t = 15{\cdot}5°C$. $b = 758{\cdot}9$ Mm.

Diffusionsrohr	obere Ablesung	reducirt	untere Ablesung	t	b	v	CO_2 %	H %	O %
U	226·6	228·37	243·8	14·1	760·9	158897·6			
U'	172·3	173·6	244·6	14·2	760·4	113552·8	28·5371	42·9716	28·4913
U''	278	271·91	648·6	14·4	759·8	97378·2			
U'''	67	60·83	649·4	14·4	759·8	9546·0			
O	228·4	225·67	241·4	14·1	760·9	157921·2			
O'	189·4	185·7	242	14·2	760·4	124945·1	20·8814	57·3406	21·7780
O''	317·7	310·9	648·6	14·4	760·1	123155·0			
O'''	113·3	106·76	649·5	14·3	759·8	21456·7			

Bei den Analysen ward immer zuerst die Kohlensäure durch Absorption bestimmt, was fast jedesmal für beide Röhren gleichzeitig geschah. Die Columnen U und O enthalten daher die Ablesungen und die Volumina des angewandten Gases aus der unteren und oberen Diffusionsröhre in den Absorptionsröhren. Die Ablesungen und die dazu gehörten Volumina nach der Absorption von Kohlensäure stehen in Columnen U' und O'. Hierauf wurde ein Theil des übrig gebliebenen Gasgemenges, welches aus Sauerstoff und Wasserstoff bestand, in das Eudiometer übergeführt. Die Ablesungen und die aus diesen berechneten Volumina desselben sind unter U'' und O'' enthalten. Endlich sind die Volumina der Gasrückstände nach der Explosion in den Columnen U''' und O''' angeführt. Die Bestimmung des verschwundenen Gases hat man je nachdem bald auf Wasserstoff, bald auf Sauerstoff angewandt. Beim 1. Versuch bestimmte man den Sauerstoff für beide Diffusionsröhren, beim 6. und 7. dagegen den Wasserstoff; bei den Versuchen 2, 3, 4 und 5 verschwand Sauerstoff in der unteren, Wasserstoff in der oberen Röhre, bei 8 und 9 fand das Umgekehrte statt.

Die Volumina nach der Absorption von Kohlensäure hat man immer im trockenen, alle übrigen im nassen Zustande gerechnet.

Es wurde nun versuchsweise angenommen, daß die partielle Differentialgleichung $\frac{du}{dt} = k\frac{d^2u}{dx^2}$ die bei der Diffusion zweier einfacher Gase gilt, wenigstens annäherungsweise auch für Gasgemenge gelte, und auf dieser Grundlage für die einzelnen Gase Diffusionsconstanten berechnet, welche in tabellarischer Anordnung folgen.

Rohr	Mischungs-Verhältnisse vor der Diffusion			Temperatur und Druck	Mischungs-Verhältnisse nach der Diffusion			k			k_0		
	CO_2%	H%	O%		CO_2%	H%	O%	CO_2	H	O	CO_2	H	O
I. Versuch. Diffusionszeit: ¾ Stunde.													
U	100	—	—	$t = 18{\cdot}5°$C.	63·1179	31·8735	5·0086	0·148	0·222	0·039	0·127	0·191	0·034
O	—	75	25	$b = 744{\cdot}8$ Mm.	37·3659	42·5661	20·0680						
II. Versuch. Diffusionszeit: ¾ Stunde.													
U	100	—	—	$t = 18{\cdot}3°$C.	64·9523	28·3961	6·6516	0·133	0.222	0·040	0·115	0·192	0·035
O	—	66⅔	33⅓	$b = 749{\cdot}6$ Mm.	35·8623	37·9447	26·1930						
III. Versuch. Diffusionszeit: 1 Stunde.													
U	100	—	—	$t = 22°$C.	60·8657	30·8395	8·2948	0·127	0·232	0·046	0·115	0·197	0·039
O	—	66⅔	33⅓	$b = 754$ Mm.	39·2471	35·7053	25·0476						

Rohr	Mischungs-Verhältnisse vor der Diffusion			Temperatur und Druck	Mischungs-Verhältnisse nach der Diffusion			k			k_0		
	CO_2%	H%	O%		CO_2%	H%	O%	CO_2	H	O	CO_2	H	O
IV. Versuch. Diffusionszeit: $^2/_3$ Stunde.													
U	100	—	—	$t = 22{\cdot}8°$C.	69·2088	20·9037	9·8875	0·109	0·236	0·042	0·091	0·197	0·035
O	—	50	50	$b = 746{\cdot}5$Mm.	31·0511	28·7558	40·1913						
V. Versuch. Diffusionszeit: $^3/_4$ Stunde.													
U	100	—	—	$t = 22{\cdot}2°$C.	67·7481	21·5577	10·6942	0·107	0·235	0·044	0·090	0·197	0·037
O	—	50	50	$b = 745{\cdot}8$Mm.	32·4285	28·0312	39·5403						
VI. Versuch. Diffusionszeit: $^1/_2$ Stunde.													
U	100	—	—	$t = 18{\cdot}3°$C.	77·0698	9·4166	13·5136	0·078	0·235	0·045	0·068	0·204	0·039
O	—	25	75	$b = 751{\cdot}4$Mm.	22·8857	15·3262	61·7881						

Rohr	Mischungs-Verhältnisse vor der Diffusion			Temperatur und Druck	Mischungs-Verhältnisse nach der Diffusion			k			k_0		
	CO_2 %	H %	O %		CO_2 %	H %	O %	CO_2	H	O	CO_2	H	O
VII. Versuch. Diffusionszeit: ¾ Stunde.													
U	100	—	—	$t = 20°$ C.	72·2131	10·7086	17·0783	0·076	0·227	0·050	0·065	0·195	0·043
O	—	25	75	$b = 753$ Mm.	27·4844	14·1645	58·3511						
VIII. Versuch. Diffusionszeit: ½ Stunde.													
U	50	—	50	$t = 16°$ C.	30·7201	39·1823	30·0976	0·239	0·253	0·265	0·212	0·224	0·235
O	—	100	—	$b = 755·2$ Mm.	19·0540	61·0930	19·8530						
IX. Versuch. Diffusionszeit: ⅔ Stunde.													
U	50	—	50	$t = 15·5°$ C.	28·5371	42·9716	28·4913	0·239	0·250	0·261	0·214	0·224	0·233
O	—	100	—	$b = 758·9$ Mm.	20·8814	57·3406	21·7780						

Die Vergleichung der auf die Temperatur Null und den normalen Barometerstand reducirten Diffusionsconstanten k_0 für Kohlensäure in den sieben ersten Versuchen zeigt die successiven Verminderungen derselben, d. h. ist ein dem Wasserstoffe beigemischtes Sauerstoffsquantum größer, so ist die Diffusionsconstante für Kohlensäure kleiner. Das Gesetz, nach welchem diese Verminderungen oder Vergrößerungen stattfinden, war im Vorhinein als das wahrscheinlichste anzusehen, welches von Herrn Prof. Loschmidt aufgestellt worden war. Dieses kann man hier so aussprechen: Die Diffusionsconstanten eines Gases A gegenüber verschiedenen Gasgemengen verhalten sich wie verkehrt die Quadratwurzeln der Dichten dieser Gasgemenge.

Unter den sieben Versuchen sind vier von einander verschieden. Nimmt man das arithmetische Mittel aus den gleichen Versuchen, so erhält man vier von einander verschiedene Werthe von k_0 für Kohlensäure. Diese geben sechs von einander verschiedene Quotienten, und ebenso viele Quotienten geben die Quadratwurzeln aus den betreffenden Dichten der Gasgemenge, gegen welche die Kohlensäure diffundirte. Die so erhaltenen Quotienten sind folgende:

$\frac{{}_1k_0}{{}_2k_0}$		$\sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}}$	
$\frac{0\cdot127}{0\cdot115}$	$= 1\cdot104$	$\sqrt{\frac{0\cdot41057}{0\cdot32836}}$	$= 1\cdot118$
$\frac{0\cdot127}{0\cdot0905}$	$= 1\cdot402$	$\sqrt{\frac{0\cdot58745}{0\cdot32836}}$	$= 1\cdot337$
$\frac{0\cdot127}{0\cdot0665}$	$= 1\cdot910$	$\sqrt{\frac{0\cdot84652}{0\cdot32836}}$	$= 1\cdot605$
$\frac{0\cdot115}{0\cdot0905}$	$= 1\cdot270$	$\sqrt{\frac{0\cdot58745}{0\cdot41057}}$	$= 1\cdot196$
$\frac{0\cdot115}{0\cdot0665}$	$= 1\cdot729$	$\sqrt{\frac{0\cdot84652}{0\cdot41057}}$	$= 1\cdot436$
$\frac{0\cdot0905}{0\cdot0665}$	$= 1\cdot361$	$\sqrt{\frac{0\cdot84652}{0\cdot58745}}$	$= 1\cdot200$

Die Übereinstimmung dieser Quotienten ist keine strenge, was zum größten Theil der nie vollkommen genauen Bestimmung von k_0 zuzuschreiben ist.

Die zwei letzten Versuche, welche identisch sind, nur durch die Diffusionszeit verschieden, stellen uns die Änderung der Diffusionsconstante für Wasserstoff dar. Nimmt man für k_0 des Wasserstoffes gegen Kohlensäure allein gleich 0·200 und verbindet dieß mit dem hier gewonnenen $k_0 = 0 \cdot 224$, und combinirt anderseits die Dichte der reinen Kohlensäure mit jener von 50% Kohlensäure und 50% Sauerstoff, so hat man:

$$\frac{0 \cdot 224}{0 \cdot 200} = 1 \cdot 12, \qquad \sqrt{\frac{1 \cdot 520}{1 \cdot 313}} = 1 \cdot 076.$$

Eine andere bemerkenswerthe Relation gibt sich aus der Vergleichung der k_0 für Wasserstoff einerseits und für Sauerstoff andererseits bei den sieben ersten Versuchen, so wie der k_0 für Kohlensäure und Sauerstoff bei den zwei letzten Versuchen, kund. Es ist nämlich ersichtlich, daß sich diese fast gar nicht geändert haben, wie auch immer die Mengenverhältnisse abgeändert wurden.

Mineralogische Beobachtungen. I.

Von Dr. Albrecht Schrauf.

(Mit 6 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Juli 1870.)

Diese erste Serie von gesammelten Mittheilungen umfaßt Beobachtungen an den Mineralien: Apophyllit, Sphen, Axinit, Aragonit und Apatit, welche, da dieselben unabhängig von einander sind, ich in willkürlicher Ordnung auf einander folgen lasse. Dieselben sind theils Resultate, die ich vor Jahren gewonnen und wieder jüngst revidirt habe, theils auch erst neuerdings ausgeführte Forschungen. Es ist nämlich sowohl die Ausarbeitung des dritten, physiographischen Theiles meines Lehrbuches der physikalischen Mineralogie, als auch die Fortsetzung meines Atlas der Krystallformen für mich Veranlassung, an einem oder dem anderen Minerale einzelne Vorkommnisse schärfer in's Auge zu fassen. Da ich solche Untersuchungen anfangs meist ohne der Absicht sie zu publiciren durchführte, so gewinnen sie hiedurch eine mehr aphoristische Form, welche ich mir erlaube, auch in den nachfolgenden Zeilen beizubehalten.

Schließlich fühle ich mich gedrängt, allen jenen Herren, welche durch Überlassung neuer interessanter Handstücke meine Forschungen förderten, namentlich aber den Herren Director Tschermak und Professor Reuss meinen Dank auszusprechen.

I. Apophyllitzwilling von Grönland.

Descloizeaux gibt in seiner Mineralogie I. p. 126 neben den alten, schon von Haidinger aufgeführten Formen noch mehrere neue von ihm beobachtete Flächen an. Die neuen Flächen $a^{7/5}$; $a^{3/2}$ kommen an den Krystallen von Utö; die Flächen $a_2 = b'b^{1/5}h'$ und $a^{5/5} = b^{1/5}b^{1/5}h^{1/5}$ an den Exemplaren von Tirol vor. Die Miller'schen Indices dieser 4 Flächen sind (in der angeführten Ordnung folgend) 207, 203, 312, 413, nach der von Descloizeaux adoptirten Auf-

stellung der Krystalle, wobei jedoch (die Fläche $p = 111$ Miller) die Grundpyramide der früheren Autoren nicht als Pyramide beibehalten, sondern vielmehr mit dem Symbol $a' = 101$ belegt wird. Bleibt man jedoch bei der Aufstellung von Haidinger—Miller, nach welcher das Axenverhältniß $a:a:c = 1:1:1\cdot12515$ ist, so erhalten die Flächen des Apophyllit, welche Descloizeaux angegeben hat, die nachfolgenden Indices (nach Miller, Naumann, wozu ich gleichzeitig die von mir gebrauchten Flächenbuchstaben setze):

Descloizeaux		Miller	Naumann	Schrauf
a^5	105	115	$^1/_5P$	d
$a'/_2$	207	227	$^2/_7P$	φ
a^3	103	113	$^1/_3P$	z
$a^3/_2$	203	223	$^2/_3P$	χ
a^1	101	111	P	p
b^5	1.1.10	105	$^1/_3P\infty$	v
b^2	1.1.4	102	$^1/_2P\infty$	s
a_2	312	211	$2P2$	σ
$a^5/_3$	413	10.6.6	$^6/_{10}P^6/_{10}$	τ
	*	621	$6P3$	ρ
h^1	100	110	$P\infty$	m
m^1	110	100	$\infty P\infty$	a
h^3	210	210	$\infty P2$	r
p	001	001	$0P$	c

In der Reihe dieser Flächen habe ich auch noch eine neue erst von mir aufgefundene angeführt (sie ist mit einem Stern bezeichnet in der Columne Descloizeaux). Die Bestimmung erfolgte auf Grund der im nachfolgenden angegebenen Daten.

Die Descloizeaux'sche Fläche $211 = \sigma$ tritt an den Krystallen von der Seisseralpe häufig als Abstumpfung der Kante $ap = (100)(111)$ auf, wenn sie auch oft nur als feiner spiegelnder Streif der Kante wahrnehmbar ist. Meist treten hierzu nebst der groß ausgebildeten Combination apc noch als feine Abstumpfung der Kanten a/c und p/c die Flächen $s = 102$ und $z = 113$. Die Figur 1 entspricht diesem Vorkommen von der Seisseralpe und bildet den gewöhnlichen Habitus dieser plattenförmigen Apophyllite (vgl. W: K. H. M. C. 1857. I. 12).

Aber nicht blos die plattenförmigen Krystalle aus Tirol zeigen die Fläche $\sigma = 211$, sondern auch auf einem Handstück des Fundortes New Yersey (W: K. H. M. C. 1862. VIII. 3.) fand ich die Abstumpfungsflächen der Kante a/p. Dieser erwähnte Krystall ist von würfelförmigem Habitus, und dessen dominirende Flächen sind a, c, p. Wie nun die Figur 2 zeigt, ist die Kante c/p durch die Fläche z (113); die Kante a/p durch die Fläche σ (211) abgestumpft, neben welcher dann auch das secundäre Prisma r (210) untergeordnet auftritt. Neben der Fläche σ (211) kann man noch eine sehr schmale, aber durch ihre Spiegelung erkennbare Abstumpfung der Kante a/σ wahrnehmen, welche neue Fläche jedoch nicht parallele Kanten zu a (100) und σ (211) hat, sondern dessen Kanten deutlich keilförmig verlaufen. Aus diesem Verlauf der Kanten, sowie aus einer annähernden Messung der Winkel $ap = 18^1/_2{}^\circ$ (gerechnet 18°) kann man das Symbol dieser schmalen Abstumpfungsfläche mit großer Wahrscheinlichkeit als 621 bestimmen.

Mehr Wichtigkeit als diesem nebensächlichen Auftreten einer Abstumpfungsfläche lege ich aber dem Auffinden eines wohlausgebildeten Apophyllitzwillinges bei. Schon bei einer flüchtigen Durchsicht einer Sammlung von Apophylliten müssen jedem Beobachter die vielen scheinbar unregelmäßig einspringenden Winkel, die mit auseinander laufender Streifung verbundenen Risse, sowie die so häufig polyedrische Bildung der Flächen auffallen. Allein eine Regelmäßigkeit in diesen Verwachsungen zu finden, ist fast durchwegs unmöglich. Das Auftreten von Zwillingen am Apophyllit ist daher auch bis jetzt noch nicht nachgewiesen worden. Auch mir gelang es nur, unter einer großen Anzahl von Handstücken, ein einziges Exemplar eines gesetzmäßig entwickelten Zwillings zu finden. Das betreffende Exemplar stammt von Korosoak auf Disko, Grönland (W: K. H. M. C. 1818. XXV. A. c. 118) und ist in Beziehung auf sein Muttergestein, dem Zugleichvorkommen mit Zeolith und dem Habitus der Krystalle den übrigen Handstücken dieses Fundortes gleich. Auf diesem Handstücke sitzt aber, mit anderen Krystallen verwachsen, ein deutlicher 1 Zoll großer Zwilling. Die Figur 3 deutet seine schematische Form an. Der Krystall selbst ist ziemlich vollkommen symmetrisch und normal entwickelt, doch nur dessen vordere Seite ist frei, während der rückwärtige Theil, welcher den einspringenden Winkel $c\bar{c}$ zeigen muß, mit den anderen Apophylliten unregelmäßig verwachsen

ist. Die Daten, woraus man das Gesetz dieses Zwillings ableiten kann, sind:

1. Die Flächen $cp\bar{p}\bar{c}$ liegen in einer Zone.
2. Die Flächen $p\bar{p}$ spiegeln gleichzeitig ein.
3. Die Flächen p' und $\bar{c}$ spiegeln ebenfalls nahezu gleichzeitig ein, denn sie sind nahe parallel und haben eine Winkeldifferenz von kaum $1\frac{1}{2}°$.
4. Der einspringende Winkel $a\bar{a}$ beträgt circa 138°.

Diese Beobachtungen genügen vollkommen, um das Zwillingsgesetz des Apophyllits unzweifelhaft bestimmen zu können. Bereits aus 1. und 2. folgt, daß die Fläche $p(111)$ die Zwillingsfläche sein muß, und die Beobachtungen 3. und 4. bestätigen dieß.

Da nämlich
$$pp' = 58°56'$$
$$p\bar{p} = 0\ \ 0$$
$$\bar{p}\bar{c} = 60\ 32$$

ist, so folgt, genau wie oben beobachtet ward, für

$$\bar{c}p' = 1°36'$$
$$c\bar{c} = 121\ \ 4.$$

Ferner berechnet sich aus den Daten

$$pa = \bar{p}\bar{a} = 52°$$
$$p\bar{p} = 0$$
$$\bar{c}\bar{a} = 90$$
$$pp' = 58°56'$$

der wirkliche einspringende Winkel zwischen den Pinacoiden zu

$$a\bar{a} = 137°56',$$

was ebenfalls mit der obigen Beobachtung stimmt. Schließlich ist

$$\bar{a}c = 79°30\frac{1}{2}.$$

Das Zwillingsgesetz des Apophyllits lautet somit: „Die Zwillingsaxe ist normal auf der Grundpyramide $p(111)$; die Zusammensetzungsfläche ist ebenfalls normal auf dieser Fläche und weicht

daher nur um $1°4\frac{1}{2}'$ von der Lage der krystallographisch möglichen Fläche $\bar{1}\bar{1}3 = 'z'$ ab."

In Folge dieser letzterwähnten Lage der Zusammensetzungsfläche und der Fläche 'z' wäre es auch möglich — analog der Anfrage Gutzeit's[1]) bezüglich der Zwillinge des Kupferkieses — für die Zwillinge des Apophyllits die Hypothese aufzustellen: „daß die Zusammensetzungsfläche zugleich Zwillingsfläche und überdieß ident mit der vorkommenden Pyramidenfläche $'z' = \bar{1}\bar{1}3$ wäre."

Unter einer solchen Annahme wären dann die Pyramiden $p\bar{p}$ zu einander um $2°8'$ geneigt. Eine solche Abweichung vom Parallelismus dieser zwei Flächen würde sich jedoch selbst an dem vorliegenden großen, auf dem Handstücke aufsitzenden Krystalle, unmittelbar durch das nicht gleichzeitige Auftreten des Reflexes zu erkennen gegeben haben. Diese Hypothese ist daher nicht zulässig.

Wohl würde die allgemeine Gutzeit'sche Hypothese der Zwillingsbildung[2]), „daß die Zusammensetzungsfläche zugleich Zwillingsfläche und eine mögliche Krystallfläche sein soll", bezüglich der an den Zwillingen in der That vorhandenen Symmetrie von rechts und links, eine recht annehmbare Vereinfachung der Verhältnisse hervorrufen, ohne deßhalb den mathematischen Calcül zu verwirren[3]); allein in den wenigsten Fällen läßt sich nachweisen, daß der Zusammensetzungsfläche ein rationaler Index angehört, während hingegen die nach den bisherigen Principien bestimmte Zwillingsfläche (eine Fläche zweien Individuen ident) immer möglich sein muß. Kann somit die Gutzeit'sche Grundansicht nicht der Ableitung der Zwillingsform allgemein zu Grunde gelegt werden, so muß jedoch der auch von mir sehr hervorgehobenen Symmetrie des Zwillingscomplexes nach rechts und links die volle Aufmerksamkeit geschenkt werden, und es mag als ein Problem der Krystallogenesis angesehen werden, die Frage zu beantworten, warum sich scheinbar von einer krystallographisch unmöglichen Fläche ein rechtes und ein linkes Individuum symmetrisch entwickelt.

---

[1]) Vergl. dessen „Zwilling am Stein." Riga 1865.

[2]) Wenn man dieselbe alles fremdartigen Ballastes entledigt.

[3]) In letzterer Beziehung dürfte nur in meiner Ableitung Phys. Min. vol. I. p. 185 statt des Index der nach den bisherigen Annahmen bestimmten Zwillingsfläche der Index der Zusammensetzungsfläche substituirt werden.

II. Sphenzwillinge vom Obersulzbachthale.

Die Forschungen von G. Rose[1]) und Hessenberg[2]) umfassen so ziemlich den großen Reichthum an Formen, welche dem Sphen eigen sind, und es gelingt selten Exemplare zu finden, welche neues, von den genannten Forschern noch nicht erwähntes darbieten. In letzterer Beziehung sind auch die nachfolgenden Zeilen einem schon bekannten Zwillingsgesetze des Sphen gewidmet, dessen Gestalten aber durch die Nebeneinanderstellung verschiedener Entwicklungsphasen interessant werden.

In den letzten Jahren sind neue Mineralanbrüche im Pinzgau gemacht worden, und zwar in der Nähe von Kriml, im Obersulzbachthale, einem von Groß-Venediger nördlich abfallenden Thale; hierdurch wurden prachtvolle Epidote und schöne Sphene in den Handel gebracht. Das Sulzbachthal als solches ist für Silicate dieses Charakters kein neuer Fundort, indem bereits vor 50 Jahren Epidote von daselbst (vergl. W: K. H. M. C. 1817. II. 36) in den Handel kamen; wohl aber ist der Habitus der Krystalle des älteren und neueren Anbruches verschieden.

Die uns vorliegenden Sphene dieses Fundortes sind vollkommen ringsum ausgebildet, da sie in einem Lager von wirrem, weißem Amianth vorkommen, und erreichen eine bedeutende Größe, oft über 2 Zoll. Die Krystalle sind nicht ebenflächig und glatt, sondern deren Flächen rissig und schuppig, die einzelnen Schuppen noch mit kleinen Chlorittäfelchen durchwachsen und lebhaft glänzend; sie sind auch nur an den Kanten durchscheinend. Der Habitus der Krystalle selbst in jenem der übrigen alpinen Vorkommnisse namentlich denen des Gotthard's ähnlich.

Die nachfolgenden Zeilen werden sich jedoch nur auf eine Reihe von Zwillingskrystallen beziehen, welche in ihrer Nebeneinanderstellung den Übergang von einem normalen Penetrationszwilling zu dem beim Sphen so häufigen Juxtapositionszwilling recht schön dar-

---

[1]) Über das Krystallisationssystem des Titanits und Sphen's. Leonhard's Taschenbuch. Frankfurt. 1821.

[2]) Mineralogische Notizen 1—9. 1856—1870.

stellen. Ehe ich aber zur Beschreibung dieser Zwillingsformen übergehe, muß die angewendete Symbolik der Flächen erwähnt werden.

Da nämlich der Habitus der Sphenkrystalle verschiedener Fundorte variirt und selten wahre prismatische Zonen eine überwiegende Ausbildung erlangen, so hat sich auch bisher keine Übereinstimmung bei der Wahl der Grundpyramide erzielen lassen. Eine vollkommene Flächentabelle und eine Gegenüberstellung der verschiedenen Bezeichnungen von Naumann, Rose, Miller, Descloizeaux verdanken wir Hessenberg[1]), welcher jedoch von der Naumann'schen Grundform ausgeht. Ebenso geht auch die von Zepharovich gegebene Flächentabelle[2]) von der Naumann'schen Aufstellung aus. Allein wenn man die optischen Verhältnisse und namentlich die so häufigen Zwillingskrystalle näher berücksichtigt[3]), so erkennt man, daß die von Descloizeaux gewählte Grundpyramide den Anforderungen am besten zu entsprechen vermag. Auch ich adoptire sie in den nachfolgenden Zeilen, und nach derselben finde ich für die Parameterverhältnisse des Sphen

$$a : b : c = 0{\cdot}7543 : 1 : 0{\cdot}8539 \qquad \eta = 119°43.$$

Da nun unter Voraussetzung der Annahme der Descloizeaux'schen Grundgestalt noch keine vergleichende Flächentabelle gegeben ist, so veröffentliche ich, natürlich mit Berücksichtigung der hiefür maßgebenden Arbeiten von Hessenberg, dieselben in nachfolgenden für die wichtigeren, auf den nächsten Seiten von mir besprochenen Flächen. In der 1. Zeile sind die Originalbezeichnungen von Descloizeaux, in der 2., 3. und 4. Zeile, die von mir zu der Flächenbezeichnung benützten Buchstaben, und die Miller'schen und Naumann'schen Symbole für die Descloizeaux'sche Aufstellung; während in der 5. und 6. die Naumann-Hessenberg-

---

[1]) Hessenberg, Mineralogische Notizen. VI. 23. 1864.

[2]) Zepharovich, Sitzb. Wien. Akad. 1869. I. vol. 60.

[3]) Es ist eine bekannte Thatsache, daß die Zwillingskrystalle der weniger symmetrischen Krystallsysteme meist die Formen der nächst mehr symmetrischen Systeme nachzuahmen streben, so immittirt die Mehrzahl der monoclinen Zwillinge prismatische Formen; die triclinen Zwillinge die monoclinen Formen. Ein treffendes Beispiel liefert hierfür auch die von Zepharovich l. c. Taf. II, Fig. 2 gegebene Figur eines Sphenzwillinges von Pfitsch, wenn man die Descloizeaux'sche Bezeichnung [c(001) Zepharovich = h'(100) Descloizeaux] adoptirt.

schen Buchstaben und Symbole, in der 7. und 8. die Miller'schen Buchstaben und Indices[1]), in der 9. und 10. schließlich die Buchstaben und Symbole G. Rose's stehen.

Descloizeaux	h'	g'	p'	
Schrauf	a 100 $\infty P\infty$	b 010 $\infty P\infty$	c 001 oP	
Naumann Hessenberg	$c:P$ $oP.$	$\infty P\infty$	y $P\infty$	
Miller	c 001	b 010	y $\bar{1}01$	
G. Rose	P $a':\infty b:c$	q $\infty a:b:\infty c$	y $a:\infty b:17c$	

Descloizeaux	m'	e'	o^2	$d^1/_2$
Schrauf	m 110 ∞P	Y 101 $P\infty$	x 102 $^1/_2P\infty$	n 111 P
Naumann Hessenberg	r $P\infty$		x $^1/_2P\infty$	n $^2/_3P2$
Miller	r 011		x $\bar{1}02$	n $\bar{1}23$
Rose	r' $a':{}^1/_{18}b:c$			n $^1/_5a:{}^1/_{12}b:c$

Die Umwandlung der Indices der übrigen Formen erfordert keine eigene Tabelle, indem sie mittelst Transformationsgleichungen erfolgen kann. Bezeichnet man nämlich mit $h_S k_S l_S$ die Indices nach der von Descloizeaux und mir adoptirten Aufstellung, während $p_M q_M r_M$ die Indices von Miller nach seiner, Naumann's und Hessenberg's Aufstellung bedeuten; so gilt für die wechselseitige Umwandlung der Indices einer Aufstellungsmethode in die der zweiten die nachfolgenden Gleichungen:

[1]) Mineralogy 1852.

$$\text{I}\begin{cases} h_S = \frac{1}{2} p_M + \frac{1}{2} r_M \\ k_S = \frac{1}{2} q_M \\ l_S = -p_M \end{cases}$$

$$\text{II}\begin{cases} p_M = -l_S \\ q_M = 2k_S \\ r_M = 2h_S + l_S \end{cases}$$

wovon das erste System aus den bekannten Indices der Naumann-schen Form die Symbole für die Descloizeaux'sche Grundform, das zweite System hingegen aus den Indices der Descloizeaux-schen Aufstellung die Symbole Miller's abzuleiten gestattet.

Von den in der vorhergehenden Tabelle aufgeführten Flächen kommen an den drei nun zu beschreibenden Zwillingskrystallen die Flächen $h'o'o^2d^{1/2} = aYxn$ vor. Unter diesen Flächen sind a,x,n diejenigen, welche zumeist den Habitus der alpinen Sphenkrystalle bestimmen. Über $Y = o'$ sagt Hessenberg (l. c. VI. 23.), daß dieselbe von Descloizeaux ohne Angabe des Beobachters mit dem Fundorte Gotthard citirt wird. Es scheint somit, daß Hessenberg diese Fläche, trotz seinen ausgedehnten Untersuchungen nicht gesehen hat. Zwei der vorliegenden Zwillinge vom Obersulzbachthale zeigen ganz deutlich diese Fläche, welche durch die Winkelmessung mit dem Anlegegoniometer; es ist

$$h'o' = aY = 29 \qquad \text{gerechnet } 28^\circ 5'$$

und durch die parallelen Kanten der Zone $d^{1/2}o'd^{1/2} = nY'n$ bestimmbar ist.

Das Gesetz, nach welchem die vorliegenden Krystallindividuen des Obersulzbacher Sphen's sich zu Zwillingen vereint haben, ist das so häufig vorkommende: „Die Zwillingsaxe ist normal auf der Pinacoidfläche $h' = a(100)$." Nach diesem Gesetze hat sich nun der erste Krystall (Fig. 4) als vollkommener Penetrationszwilling, der zweite Krystall (Fig. 5) als verschobener Penetrationszwilling, der dritte Krystall (Fig. 6) als Juxtapositionszwilling gebildet, so daß man deutlich den Übergang von Fig. 4 bis Fig. 6 verfolgen kann. Da nun aber die analogen Juxtapositionszwillinge dieses Gesetzes am Sphene alpinen Vorkommens die weitaus häufigsten sind, und durch ihre

(eben in Folge ihrer Abstammung vom Penetrationszwillinge) etwas asymmetrische Entwicklung selbst zur Hypothese eines Hemimorphismus des Sphen's geführt haben, so ist ein solches Vorkommen, wie das vorliegende von Obersulzbach, zur Constatirung der Übergang von Penetration zur Juxtaposition von größter Bedeutung.

Der in Fig. 4 ungefähr in natürlicher Größe dargestellte Durchkreuzungszwilling besteht aus zwei vollkommen gleichen symmetrischen Individuen, deren Länge $1\,^1/_4$ Zoll, Höhe $^4/_5$ Zoll und Dicke $1\,^1/_2$ Linie beträgt. Die Form wird gebildet durch die Flächen $h'd^{1/2}o^2p = anxc$. Die Flächen a, $\bar{a}$, der beiden Individuen spiegeln vollkommen ein, wie dieß dem Zwillingsgesetze entspricht. Die vier einspringenden Winkel sind jedoch nicht gleichwerthig, indem sie vorne und rückwärts durch die Flächen x, $\bar{x}$ der beiden Individuen, hingegen oben und unten durch die Flächen $c\bar{c}$ gebildet werden. Der Werth dieser einspringenden Winkel ergab sich auch conform dieser Flächenbestimmungen, indem mit dem Anlegegoniometer gemessen ward

$x\bar{x} = 102°$	gerechnet	$101°26'$
$c\bar{c} = 120$		120 34.

Überdieß dienten zur vollkommenen Charakteristik der Flächen der Figur die Winkel:

$ax = h'o^2 = 40°$	gerechnet	$39°17$
$an = h'd^{1/2} = 35$		35 4
$nn = d^{1/2}d^{1/2} = 44$		43 48
$ac = hp = 60$		60 17.

Die Fig. 4 stellt den vorliegenden Krystall fast vollkommen naturgetreu, und so viel wie möglich, ohne ihn zu schematisiren, dar; nur ist das Durcheinanderschieben der beiden Individuen in der Natur nicht ganz vollendet, indem am Zwillinge die linken Flächen $d^{1/2} = n$ vom Individuum I, und die rechten Flächen $d^{1/2} = n$ vom Individuum II von den dazu gehörigen homologen Flächen nicht durchkreuzt werden, wie dieß die Fig. 7 schematisch andeutet, in welcher die vollen Linien das wirkliche Vorkommen in der Natur, die punktirten Linien hingegen die, auch aus Fig. 4 erkennbare, geometrisch richtige Configuration erkennen lassen.

Im Gegensatze zu der vollendeten Symmetrie dieses Zwillings hat hingegen der in Fig. 5 dargestellte Penetrationszwilling nur mehr

eine theilweise Symmetrie. Abgesehen von der Beschaffenheit der Flächen, welche Gegenstand der späteren Zeilen sind, ist auch die Bildungsweise derselben als ein eigenthümliches Mittelding zwischen einem Penetrations- und Juxtapositionszwilling bemerkenswertb. An das normal entwickelte Individuum I sind vorne und rückwärts wohl die entsprechenden Hälften eines Individuums II in Zwillingsstellung angewachsen, allein da die rückwärts untere Hälfte *b* des Individuums II in der Entwicklung zurückgeblieben, und kleiner als der vordere obere Theil II_a ist, so bilden nicht — wie dieß die Construction vorschreibt und die Natur im früheren Krystalle Fig. 4 so schön erreicht hat — die Flächen vom Individuum II_b eine Fortsetzung der Flächen des Individuums II_a, sondern sind vielmehr in der Natur etwa um 1 Linie nach abwärts verschoben. In Folge dessen könnte dieser Zwilling auch als ein Juxtapositionsdrilling nach demselben Gesetze aufgefaßt werden, gebildet von drei Individuen, wovon sich das zweite an die vordere, das dritte hingegen an die hintere Seite des normalen Individuum I angelagert hätte.

Das Individuum I wird gebildet von den Flächen $aYnc = h'o'd^{1/2}p$ und ist in der Natur breiter als die Individuen II_a und II_b, welche beide letzteren jedoch in der Mitte des Individuums I concentrisch (nicht seitlich auswärts wie bei Fig. 7) eingelagert sind. Die Individuen II_a und II_b zeigten die Flächen $h'o^2d^{1/2}p = axnc$. Auf dem Krystalle I kommt somit die seltene Fläche $Y = o'$ zur Entwicklung; dieselbe ist uneben, wie aus einzelnen Schuppen bestehend, wobei jedoch diese letzteren deutlich glänzen; auch sind die Kanten der Zone $nYn = d^{1/2}o'd^{1/2}$, wegen dieser unebenen Structur nicht vollkommen geradlinig verlaufend.

Beim Drehen der Krystalle erglänzen in den Flächen $n = d^{1/2}$ Schuppen, die zur Fläche $o' = Y$ gehören, sowie anderseits innerhalb $o' = Y$ Partien, die der Fläche *n* angehören, auftreten. Diese zahlreichen Repetitionen erlangen in der Mitte des Individuums I größere Ausdehnung und bilden in Folge dieser Repetition einen einspringenden Winkel durch die wiederholten Flächen $d^{1/2} = n$. Die so in der Mitte vom Krystall I gebildete Rinne erstreckt sich von $a = h'$ bis zur Anwachsstelle von II_a.

Auf der rückwärtigen Seite vom Individuum I tritt die Fläche $o' = Y$ deutlicher hervor; sie ist wohl weniger glänzend, doch ebenflächiger und die Kanten $d^{1/2}o' = Yn$ sind geradlinig verlaufend.

Gemessen wurden mit dem Anlegegoniometer die Winkel

$aY = h'o'$	$= 29°$	gerechnet $28° 5'$
$nn' = d^{1/2}d^{1/2}$	$= 43$	$43\ 48.$

Das Individuum II_a zeigt nur die Flächen $acxn = h'p'o^2d^{1/2}$. Während somit Individuum I das seltene Doma Y besitzt, tritt auf diesem Krystall II_a nur allein die vollkommen schön entwickelte Fläche $o^2 = x$ auf, was selbst ohne alle Messung durch den divergirenden Verlauf der zwei Kanten nx unmittelbar erkannt wird. Ebenso zeigt auch der kleinere Krystall II_b nur die Fläche x. Auf diesen Flächen x ist keine Repetition von n und kein einspringender Winkel (ungleich dem eben besprochenen Habitus der Fläche Y) zu bemerken. Die vier einspringenden Winkeln sind zu zwei und zwei ungleich, indem der obere und untere Winkel durch die homologen Flächen $c\bar{c}$, der vordere und rückwärts liegende hingegen durch die Combination der Flächen $\bar{x}Y$ gebildet wird. Die Messung ergab annähernd für den einspringenden Winkel

$c\bar{c}$	$= 120°$	gerechnet $120°34'$
$\bar{x}Y$	$= 112$	$112\ 38.$

Schließlich bemerke ich, daß der beschriebene Zwillingskrystall 1 Zoll lang und $^3/_4$ Zoll breit ist.

Würde die in Fig. 5 begonnene Verschiebung der beiden Hälften des Penetrationszwillings noch mehr fortschreiten, so würde man successive eine Reihe erhalten, in welcher das Individuum II_b vielleicht an der äußersten Grenze des Individuums I angelagert und ganz verkümmert erschiene. Hierdurch wäre, noch mehr als durch Fig. 5 der Übergang zu dem in Fig. 6 dargestellten Zwillinge nachgewiesen. Der betreffende, 1 Zoll lange, $^1/_2$ Zoll hohe Krystallcomplex ist in Fig. 6 fast ohne jegliche Schematisirung dargestellt, indem auch in der Natur das Individuum II sich vollkommen concentrisch in das Individuum I einlagert. Obgleich aber dieser Krystall mit dem früher beschriebenen von einerlei Fundort, einerlei Habitus, einerlei Flächenausbildung ist, und einerlei Zwillingsgesetze befolgt, so ist derselbe ungleich dem früheren doch kein Penetrationszwilling, sondern nur ein Juxtapositionszwilling, da von dem zweiten Individuum die vordere obere Hälfte ausgebildet ist. Trotz dem Verschwinden dieser Hälfte hat sich jedoch die gebliebene Hälfte von Individuum II bezüglich der Anwachsstellen und der Halbirung

von Individuum I genau so wie bei den Penetrationszwillingen angelagert.

Das Individuum I hat auf der Vorderseite die seltene Fläche $o' = Y$ deutlich entwickelt, während seine Rückseite, sowie auch das Individuum II nur die Fläche x zeigt. Die übrigen Flächen sind wie bei den früheren Krystallen a, c, n; von denen auf dem Individuum I die Fläche n nur sehr schmal entwickelt ist. —

Durch die nähere Betrachtung der bisher beschriebenen Sphenzwillinge erhält man zugleich einen näheren Einblick in die mögliche Structur eines Zwillinges, unter Voraussetzung Eines Zwillingsgesetzes. Am Sphen haben wir nämlich beobachtet:

a) Penetration zweier vollkommen ausgebildeter symmetrisch gleicher Krystallindividuen.

b) Imitation eines Penetrationszwillings durch die zwei Hälften des Individuums II, welche in verschobener Lage mit Individuum I in Zwillingsstellung sind.

c) Imitation eines Juxtapositionszwillings durch die Ausbildung nur einer der Hälften des Individuums II.

Eine Fortsetzung dieser Reihe würde dann consequenterweise zu einem vollkommenen Juxtapositionszwilling führen, dessen Ableitungsgesetz aus dem vollkommenen Penetrationszwillinge dann so lauten würde:

d) Juxtapositionszwilling zweier symmetrisch halb entwickelter Krystalle, durch Unterdrückung je einer der Hälften vom Individuum I und vom Individuum II mit scheinbaren hemimorphem Habitus. Die Form dieser Juxtapositionszwillinge stellt Fig. 8 dar, in welcher Figur die beiden oberen Hälften des Penetrationszwillings (Fig. 4) beibehalten und nur die Flächen n und x bis zum Durchschnitt, also zum nothwendigen Abschluß der Figur verlängert wurden. Vom Obersulzbachthal habe ich bisher kein Krystall dieses Habitus gesehen, was jedoch die Möglichkeit des Vorhandenseins nicht ausschließt, hingegen sind gerade Zwillinge dieser Art an den anderen alpinen Lagerstätten sehr häufig. (Vergl. Rose l. c. Fig. 22. und W: K. H. M. C.)

Vorkommnisse ähnlicher Art waren es auch, welche durch ihre scheinbare, aber durch die Zwillingsbildung hervorgerufene hemimorphe Gestalt bei Hessenberg den (inzwischen wieder fallengelassenen) Gedanken an eine wahre Hemimorphie des Sphen's wachriefen.

III. Axinit und Sphen.

Die verschiedenen, für Axinit gegebenen Aufstellungen der früheren Autoren wurden in der umfassenden Arbeit von Rath (Pogg. Ann. 126) durch einige kritische Bemerkungen erläutert. Es übten nämlich die früheren Beobachter ihr Recht der freien Wahl der Aufstellung am Axinite mehrfach aus, indem einerseits, wegen den eigenthümlichen Formen des Axinits die Autoren keine Beziehungen derselben zu anderen Mineralformen auffanden, anderseits aber auch die krystallographischen Axen des triclinen Systems von keiner physikalisch-morphologischen Bedeutung und nur für die Flächenbezeichnung wesentlich sind. Ich selbst würde gerne auf eine neue Aufstellung der Axinitformen verzichten und hätte mich der so sehr symmetrischen Orientirung von G. Rose angeschlossen; wenn nicht eine eingehendere Untersuchung und Vergleichung der Form und optischen Eigenschaften mich veranlaßt hätte, eine, wenn möglich noch zweckmäßigere und noch mehr symmetrische Aufstellung der Axinitformen aufzusuchen.

Wie bekannt, wird die Hauptform des Axinits durch drei Flächen gebildet, welche ähnlich den Flächen eines nicht vollkommen regelmäßigen Rhomboëders gruppirt sind. Nennt man diese drei Flächen *P*, *r*, *u*, so erhielten dieselben von den verschiedenen Autoren die nachfolgenden Indices:

	P	*r*	*u*
Mohs-Haidinger[1])	120	100	131
Neumann[2])	010	171	$1\bar{1}0$
Naumann[3])	$1\bar{1}0$	$1\bar{1}1$	110
Levy[4])	*m*(110)	*p*(001)	*t*(110)
G. Rose[5])	201	$1\bar{1}0$	110
Miller[6])	010	011	110
Descloizeaux[7])	*m*(110)	*p*(001)	*t*(110)
Rath[8])	$20\bar{1}$	$1\bar{1}0$	110

[1]) Mohs-Haidinger, Treat of Mineralogy Edinb. 1825. II. 351. Atlas II. Fig. 89 Fig. 90. — [2]) Neumann, Pogg. Ann. 1825. vol. IV. Rechtwinkl. Axen $= \sqrt{51} : \sqrt{49} : \sqrt{1}$. — [3]) Naumann, Mineralogie. 1828. p. 435. — [4]) Levy, Description. 1837. planch. 34. Fig. 2. — [5]) G. Rose, Pyroelectricität. Pogg. Ann. vol. 39. Taf. IV. Fig. 13. — [6]) Brooke and Miller Mineralogy. 1852. p. 348. — [7]) Descloizeaux, Mineralogie. 1862. p. 513. — [8]) G. v. Rath, Pogg. Ann. 1866. vol. 128. p. 28.

Trotz allen diesen zahlreichen Variationen der Flächenbezeichnung tritt bei keiner dieser Aufstellungsmethoden eine Analogie der Axinitformen mit den Formen eines anderen Minerals hervor: daß aber eine solche existirt, wird mir nicht schwer fallen zu beweisen.

Vergleicht man nämlich einen einfachen Sphenkrystall alpinen Vorkommnisses, etwa gebildet durch die Flächen a, c, n, wozu ich auf der Fig. 9 noch die Fläche Y hinzufügte, mit einem Axinite von der Dauphinée, oder vom Lukmanierpasse, oder vom Onega-See (vgl. die Fig. 11, 20 der späteren Paragraphe), so zeigt sich eine unläugbare Ähnlichkeit der beiderseitigen Formen, welche, wenn man dieselbe weiter verfolgt, auch in den Verhältnissen der Winkel und der Lage der ersten Mittellinie sich wiederfindet.

Zum Zwecke dieser letztgenannten Vergleichung ist es nur nöthig, die Formen von Sphen und Axinit einander gegenüber zu stellen, wobei für Sphen die Orientirung des vorhergehenden Paragraphes beibehalten ist. Vorläufig mögen auch die Flächen des Sphen's mit den Descloizeaux'schen Symbolen, die des Axinit mit den Buchstaben Rath's bezeichnet sein. Es sind dann die folgenden Flächen homolog liegend:

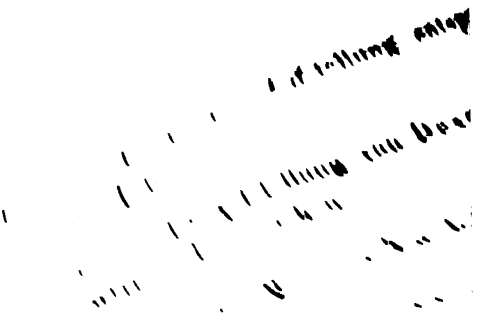
am Sphen	p'	;	$d^1/_2$	;	$d^{1/_2}$	;	h'	;
am Axinit	p	;	r	;	u	;	y	.

und deren Winkel sind:

am Axinit	am Sphen
$yP = 79°12'$	$h'p' = 60°17'$
$yr = 58\ 45$	$h'd^1/_2 = 35\ 4$
$yu = 49\ 40$	$h'd^1/_2 = 35\ 4$
$Pr = 45\ 15$	$pd^1/_2 = 38\ 16$
$Pu = 44\ 29$	$pd^1/_2 = 38\ 16$
$ur = 65\ 22$	$d^1/_2 d^1{}_2 = 43\ 48.$

Wohl sind die Winkel des Axinits mit denen des Sphens nicht ident, allein sie sind symmetrisch größer, so daß, da weder von einer Isomorphie hier die Rede sein kann, noch die Differenz zwischen einem triclinen und monoclinen Systeme übersehen werden darf, — kaum eine größere Übereinstimmung zwischen den morphologischen Verhältnissen zweier in chemischer Zusammensetzung und im Krystallsysteme differenter Mineralien verlangt werden kann.

Zu bemerken ist überdie
nissen der Zonen py =
ist in der Zone py



woraus m
ist auch die
reichentwicke

Diese Ana
denden Einfluß
beider Mineralien
relative Größe) der
macht die Bissectrix (
von 39° mit $h' = a(10$
(a) einen Winkel von 49
mit y_{Rath}, d. i. mit den h
früher). Würde man daher
mit dem Index (001); y_{Rath}
könnte man annähernd das optis

$$(001)\, ca =$$

während jenes des Sphen

$$(001)\, bc = z$$

ist.

Aus diesen Schemata erkennt man
Bissectrix in einer der Symmetriezone

Ich glaube durch die bisherige Ause
genügend gezeigt zu haben, daß eine Reihe
den morphologischen Verhältnissen des Sphen
und basire nun auf diesen Analogien auch die m
tirung des Axinits.

---

[1]) Buchstaben nach Rath.

Es ist nämlich, wie ich in der Einleitung zu meinem „Atlas der Krystallformen des Mineralreiches“ auseinandergesetzt habe, mein Bestreben dahin gerichtet, eine möglichst homologe Aufstellung der einzelnen Krystallgruppen zu gewinnen. Daher schließe ich auch die hexagonalen Krystalle an die prismatischen und die triclinen an die monoclinen Krystalle an, und suche deren Analogien so viel wie möglich ins Licht zu setzen.

Aus diesem Grunde wähle ich auch zu der geometrischen Construction der drei dominirenden Flächen p, r, u des Axinits eine solche Wahl der triclinen Axen, daß hierdurch die größtmögliche Symmetrie des Zonenverbandes von links und rechts, sowie auch die Analogie mit Sphen recht deutlich hervortritt. Ich erreiche dieses Ziel durch die Wahl der folgenden Symbole für die Flächen

Autoren	Schrauf			
p	c	001	oP	p'
r	r	$1\bar{1}1$	$'P$	$d^1/_2$
u	u	111	P'	$f^1/_2$
y	a	100	$\infty\bar{P}\infty$	h'
v	M	110	$\infty P'$	$t.$

Durch diese Wahl erhalten die verschiedenen Flächen die in der Projection (Fig. 10) dargestellte Lage, aus welcher sich mit Klarheit die Symmetrie von rechts und links, so weit es eben im triclinen Systeme möglich, heraus lesen läßt.

Diese meine Aufstellung weicht wesentlich von denen der übrigen Autoren ab, und ihr kommt bezüglich der Symmetrie von rechts und links nur die Aufstellung von Rose nahe.

Eine Transformation der nach meiner Aufstellung des Axinits für dessen Flächen entfallenden Symbole in die Indices der für die rechnende Mineralogie wichtigen Aufstellungsmethoden von Rath, Descloizeaux und Miller, habe ich im Nachfolgenden durchgeführt. Zur Vereinfachung der Transformationsgleichungen habe ich die Weiß'schen Symbole Rath's, sowie die französischen Symbole Descloizeaux's in die ihnen entsprechenden Miller'schen Indices umgesetzt, und es bedeuten daher:

$d_R\ e_R\ f_R$ die der Rath'schen Aufstellung entsprechenden Miller'schen Indices,

$p_D\ q_D\ r_D$ die aus der Aufstellung von Descloizeaux abgeleiteten Miller'schen Zeichen,

$s_M\ t_M\ u_M$ die aus der Miller'schen Aufstellung folgenden Symbole,

$h_S\ k_S\ l_S$ die Indices die zu meiner Aufstellung gehören.

Unter diesen Voraussetzungen gelten die Transformationsgleichungen:

1. Zwischen Schrauf und Rath

$$h_S = d_R + 2f_R \qquad d_R = {}^1/_2 h_S + {}^1/_2 l$$
$$k_S = e_R \qquad e_R = k_S$$
$$l_S = d_R - f_R \qquad f_R = {}^1/_2 h_S - {}^1/_2 l_S.$$

2. Zwischen Schrauf und Descloizeaux

$$h_S = p_D + q_D + r_D \qquad p_D = {}^1/_2 l_S - {}^1/_4 (h_S - k_S)$$
$$k_S = p_D + q_D - r_D \qquad q_D = {}^1/_2 (h_S - l_S) + {}^1/_4 (h_S + k_S)$$
$$l_S = 2p_D + r_D \qquad r_D = {}^1/_2 (h_S - k_S).$$

3. Zwischen Schrauf und Miller

$$h_S = s_M + u_M \qquad s_M = {}^1/_2 (h_S + k_S)$$
$$k_S = s_M - u_M \qquad t_M = l_S$$
$$l_S = t_M \qquad u_M = {}^1/_2 (h_S - k_S).$$

Mit Hilfe dieser Gleichungen wird sich jede neuaufgefundene, und in der nachfolgenden Tabelle noch nicht enthaltene Fläche berechnen und in letztere eintragen lassen. In der ersten Columne dieser erwähnten Tabelle habe ich nämlich alle mir bisher bekannten Flächen zusammengestellt mit dem vor mir angewendeten Buchstaben und Indices, während in den nachfolgenden Columnen die schon bei Rath, Descloizeaux und Miller vorkommenden Flächen mit deren Symbolen eingetragen sind.

Schrauf	Rath	Descloizeaux	Miller
a 100	y 101	γ $\bar{1}32$	y 101
b 010	b 010	—	—
c 001	P $\infty\bar{1}01$	m $1\bar{1}0$	p 010
M 110	v 131	g' 010	v 100
m $1\bar{1}0$	m $1\bar{3}1$	c' $\bar{1}12$	m 001
f $3\bar{1}0$	f $1\bar{1}1$	β $\bar{1}22$	t 102
g $2\bar{1}0$	g $2\bar{3}2$	—	—
d $0\bar{1}1$	d $\infty\bar{2}31$	—	—
n $0\bar{3}1$	n $\infty\bar{2}61$	e' $0\bar{1}1$	n $1\bar{1}1$
i 203	i $\infty\bar{8}01$	o' 101	i 131
s 101	s 100	f' $\bar{1}12$	s 121
x 201	x 401	i' 011	x 111
$\cdot\sigma$ $\bar{1}01$	—	—	—
Y $\bar{1}02$	c 001	z $\bar{5}72$	c $1\bar{1}1$
u 111	u 110	t' 110	u 110
r $1\bar{1}1$	r $1\bar{1}0$	p' 001	r 011
w $11\bar{1}$	w $\bar{1}32$	^2g	w $1\bar{1}0$
e $1\bar{1}\bar{1}$	e $\bar{1}32$	$c^{1/2}$ $\bar{1}11$	e $01\bar{1}$
l 112	l $\bar{5}31$	h' 100	l 120
h 113	h $\bar{7}32$	—	—
H 223	h^3 $\bar{5}61$	h^3 310	—
β 335	β $13\ \bar{9}\ 2$	—	
α 334	α $\bar{11}\ \bar{9}\ 1$	—	—
K 779	$h^9/_2$ $\bar{1}6\ \bar{1}4\ 1$	$h^9/_2$	—
$\cdot\cdot\pi$ $1\bar{1}2$	—	—	—
z $2\bar{3}1$	z 461	c^3 $\bar{1}14$	z 012
L $5\bar{5}4$	—	c^5 $\bar{1}, 1, 10$	—
$\cdot\cdot\xi$ $1\bar{2}3$	—	—	—
$\cdot\cdot\tau$ $1\bar{2}4$	—	—	—
δ $1\bar{3}1$	δ $\bar{1}30$	—	—
$\varkappa$ $13\bar{2}$	$\varkappa$ $\bar{1}31$	—	—
t $13\bar{3}$	t $\bar{5}94$	—	—
θ $\bar{1}51$	θ $\bar{1}\ 15\ 2$	—	—
η $\bar{1}\ \bar{1}2\ 28$	η $\bar{1}5\ 12\ 8$	—	—
q $31\bar{1}$	q 134	δ $\bar{1}31$	q $2\bar{1}1$
o $3\bar{1}\bar{1}$	o $1\bar{3}4$	x $\bar{3}54$	o $1\bar{1}2$
$\cdot\rho$ $\bar{3}13$	—	—	—
$\cdot\psi$ $\bar{4}21$	—	—	—
ζ 731	ζ $\bar{5}98$	—	—
—	λ ?	—	—

Wie aus dieser Tabelle erhellt, sind bisher 40 Flächen am Axinit bekannt, und dieser dürfte somit als das flächenreichste trikline Mineral angesprochen werden. Die in der Columne Schrauf mit einem Sterne bezeichneten Flächen habe ich an Axiniten von Poloma, die mit zwei Sterne bezeichneten hingegen an Krystallen vom Onega-See aufgefunden (vgl. spätere Paragraphe).

Diese Flächentabelle liefert schließlich mehrere Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Zweckmäßigkeit der verschiedenen Aufstellungsmethoden. Nur mit wenigen Worten will ich darauf hinweisen, wie sehr meine Aufstellungsmethode die Zonen des Prisma, der Domen und Pyramiden hervortreten läßt, ja selbst das Vorhandensein einer vollständigen $\pm r.l$. Pyramide anzeigt, welche neben dem Axinit unter den triclinen Mineralien nur noch Anorthit zeigt.

Auch die Ziffernsumme der absoluten Werthe der Indices spricht zu Gunsten meiner Aufstellung, denn bildet man dieselbe beispielsweise für die 32, in den Columnen Schrauf und Rath gemeinsam aufgeführten Flächen, so ist sie für die Columne Schrauf gleich 191; aber für die Columne Rath gleich 314. Auch der mittlere Werth der Indices, ihrer Stelle nach berechnet, ergeben sich für obige 32 Flächen bei meiner Aufstellung einfacher, indem die mittleren Indices sind $h_S = 1\,^7/_{10}$, $k_S = 2$, $l_S = 2\,^3/_{10}$, während sie für die Rath'sche Aufstellung sind

$$d_R = 4, \quad e_R = 4\,^1/_{10}, \quad f_R = 1\,^7/_{10}.$$

Auf diese im vorhergehenden entwickelte Orientirung der Axinitkrystalle basire ich nun deren geometrische Construction, welche von dem, auf Grund meiner Aufstellung, von mir neu gerechneten Parameterverhältnisse abhängt. Es ist

$$a : b : c = 1{\cdot}15542 : 1 : 0{\cdot}86415$$
$$\xi = 96^\circ 57' \quad \eta = 98^\circ 52' \quad \zeta = 103^\circ 2'.$$

Dieses Parameterverhältniß, sowie die in der nachfolgenden Tabelle unter der Columne Schrauf aufgeführten Winkel sind von den sechs ersten mit einem Stern bezeichneten Winkeln abgeleitet; in den Columnen Rath und Descloizeaux sind deren gerechnete Winkel entgegengestellt. Überdieß führe ich, wie dieß auch Neumann, Pogg. Ann. vol. IV. p. 63, gethan, für einzelne Winkel der Ebenen dreier Normalen deren gerechnete Winkel an, um eine erneute Rechnung für vorkommende Fälle zu ersparen.

	Schrauf	Descloizeaux	Rath
ac	• 79°11'	79° 11'	79° 11'
aM	• 40 52	40 52	40 52
af	• 22 11½	22 13	20 10
au	• 49 38	49 36	49 40
cu	• 44 34	44 34	44 29
cM	• 77 18	77 20	77 16
ab(100)(010)	75 45	—	—
am [1]	57 3½	57 13	56 58
acm	41 46	—	—
cma	88 4½	—	—
cam	83 3	—	—
cua	120 50	—	—
cau	37 50	—	—
uM	32 46½	32 46	32 47½
uam	45 13	—	—
auM	59 10	—	—
ub	47 4	—	47 14
buM	51 1	—	—
ubM	47 35½	—	—
bc	80 42½	—	80 38½
cbu	33 32½	—	—
ucb	35 12½	—	—
Mcm	98 9	—	—
cMm	77 10	—	—
cm(001)(1$\bar{1}$0)	89 52	89 51	89 55½
cs	33 14	33 18	33 18
bs	75 8	—	—
us	28 1	28 0	27 57
$\bar{b}sc$	84 15	—	—
cr	45 5	45 12	45 15
rs	36 19	36 30	36 25
cY	64 31½	64 35	64 36
car	43 34	—	—
cra	107 4	—	—
ar	58 50	58 53	58 44
ad	91 22½	—	91 15
cd	45 1	—	45 7

[1] Wegen der mangelhaften Ausbildung der Flächen *r*, *m*, ist der Quadrant ($a\bar{b}c$) am Axinit nicht vollkommen genau bestimmbar, da sich die Rechnung desselben nur auf den Winckel *af* stützen kann.

Um die Formen des Axinits der
gleichen zu können, habe ich nach dem
verhältnisse die wichtigsten Figuren
Habitus der Krystalle von Baveno (vg
1869. pl. II. Fig. 8) und der einfachen K
W: K. H. M. C. 1828. XL. 111). Fig
Krystall von Dauphinée dar (nach De
Den Habitus der Krystalle von Bottol
Fig. 17); den vom Luckmanierpasse Fig
Notizen V. 23); den von Wermland F
und schließlich zeigt Fig. 16 den Hal
berg (Rath l. c. Fig. 19).

Um die Construction meiner Figur
muß ich schließlich noch erwähnen,
der Axen ($y\bar{y}$ von rechts nach links;
sich im vorliegenden Falle nicht wie
In der Mehrzahl der triclinen Fälle p
von oben (z) nach rechts (y) laufende
zusammenfallen zu lassen, und nur d
nach rückwärts läuft) die nöthige De
perspectivische Zeichnungen des A
möglich, indem die Axenwinkel (vgl.
daß eine doppelte Neigung von $x\bar{x}$ s
Sinne wirkt und sich in so weit aufheb
titative, aber keine qualitative Änderu
system hervorgerufen würde. Ich mu
ebene nach abwärts drehen, und konn
Neigung sowohl gegen $x\bar{x}$ als auch g

IV. Axinit mit Apatit und G

Die nachfolgenden Zeilen sind
ausgezeichneten Vorkommens vom A
in der Literatur kaum mit wenigen V
bekanntesten Fundorte Dauphinée, B
hat Rath, die Krystalle vom Luckm
diejenigen von Baveno beschrieben.
Fundorte übrig, welche, obgleich

bisher doch nicht näher untersucht worden sind; so liegen mir selbst Handstücke — nebst den oben erwähnten Fundorten — von Poloma, von den Pyrenäen, vom Onega-See, vom Harz und von Sachsen vor. Die Krystalle dieser drei erstgenannten halte ich einer näheren Besprechung für würdig und werde diesen und den nächst folgenden Paragraph hiezu verwenden. Um Wiederholungen zu vermeiden, erwähne ich jedoch gleich eingangs, daß die Resultate des vorhergehenden Paragraphes bezüglich der Wahl der Axenebenen, des Parameterverhältnisses, der Indices und Buchstaben der Flächen für die folgende Beschreibung maßgebend ist, und daß ich mich immer auf dieselben als bekannt beziehen werde.

Über das Vorkommen des Axinits im Gömörer Comitate Ungarns sind in der Literatur nur höchst spärliche Notizen verbreitet. Mohs Mineralogie, Wien. 1839, führt p. 381 nur das Gömörer Comitat ohne näheren Fundort an, während letzterer von Leonhard, Taschenbuch 1843 als Pintikowa, hingegen von Zepharovich, Lexicon. Wien 1859, als Poloma [in Calcit] angegeben wird.

Nach dem Gesagten sollte man glauben, daß das Vorkommen des Axinits in Ungarn somit in Beziehung auf die Schönheit der Handstücke keiner weiteren Beachtung werth sei. Aber im Gegentheile. Es zeichnen sich die im Gömerer Comitate gefundenen Axinitkrystalle durch Reichthum und Schönheit der Flächen, durch ihre Größe und ihren originellen Habitus so sehr aus, daß sie nicht nur den Handstücken Dauphinéer oder Bottolaker Vorkommen ebenbürtig sind, sondern diese wegen der Eigenthümlichkeit der Paragenesis selbst übertreffen. Es ist nämlich der Axinit, auf grünen hornblendereichen Thonschiefer aufsitzend, theils von Calcit, Apatit und Gold, theils von grüner Hornblende mit Amianth, theils von Kupferkies mit Malachit und Kupferlasur begleitet.

Das k. Hof-Mineraliencabinet besitzt gegenwärtig vier Handstücke dieses Fundortes und hat ein fünftes im Jahre 1844 als Doublette an die mineralogische Sammlung des Francisco-Carolinum in Linz abgetreten. Vier Exemplare (das als Doublette abgegebene inbegriffen) stammen nachweislich noch von dem ersten Besitzer (und Entdecker?) Herrn E. Wahlner, Berg- und Hüttenamtsverwalter der gräfl. Andrássy'schen Eisenwerke zu Betler im Gömörer Comitate her, und wurden von demselben in den Jahren 1821—1822 angekauft; nur das fünfte Exemplar wurde auf indirectem Wege —

wahrscheinlich ursprünglich ebenfalls Herrn Wahlner angehörend — 20 Jahre später durch die Wiener Mineralienhandlung Baader acquirirt. Da keine neueren Handstücke vorliegen, so dürfte sich die ganze Ausbeute an diesen ungarischen Axiniten auf jene Exemplare beschränken, welche der damalige obengenannte Hüttendirector — als eifriger Mineraloge und Sammler[1]) bekannt, vor 50 Jahren aufbrachte. Beudant, der dessen Sammlung (vgl. Note unten) im Jahre 1818 zu Betler sah, erwähnt aber keinen Axinit, so daß vielleicht der Anbruch, welcher Axinit zu Tage förderte, im Jahre 1820 erfolgte, indem auch Zipser in seinem topogr.-mineral. Handbuch von Ungarn 1817 keinen Fundort des Axinits im Gömörer Comitate kennt.

Die Originaletiquetten der mir vorliegenden Handstücke tragen theils die Bezeichnung Poloma allein, theils die nähere Bezeichnung Pitikova oberhalb Poloma. Poloma selbst ist ein kleines Dorf am Ufer des Sajó, etwa eine halbe Stunde von Betler und $1^1/_2$ Stunde von Rosenau entfernt und hat als gegenüber (1 Stunde thalab) auf dem rechten Ufer des Sajó die bekannten Eisengruben Nadabula. Wie man nun aus Zipser's topog.-min. Handb. von Ungarn 1817 beim Orte Betler entnehmen kann, lieferten damals zwei Gruben, nämlich Lehotki und Schramki (bei Poloma) Kupferkies und Kupferlasur und die Grube Schramki überdieß schlackiges Kupfergrün und Phosphorkupfer. Da nun der Axinit theils von den verwitterten Kupfererzen, theils von dem phosphorreichen Apatit begleitet ist, so wage ich die Vermuthung auszusprechen, ob nicht die ehemalige Grube Schramki diejenige war, welche den Axinit lieferte. Doch bei dem wechselnden Betriebe solcher Eisensteingruben mögen alle diese Anbrüche längst verlassen oder verschüttet worden sein, und jetzt dürfte es höchstens mit Hilfe der (wenn noch vorhandenen) Betriebskarten der Jahre 1818—1820 gelingen, den Ort des Axinitanbruches wieder aufzufinden.

Das Muttergestein dieses Axinits ist ein eisenschüssiger grauer bis braungrüner Hornblendeschiefer, welcher bereits verwittert ist und in Thonschiefer übergeht. Diesen daselbst auftretenden Zwischenstufen zwischen den echten grünen Schiefer und dem echten Thon-

[1]) Beudant, Voyage en Hongrie vol. II. p. 87 sagt: „une collection appartenante au directeur des mines a Betler".

schiefer hat auch bereits Beudant im 2. Bande seiner Voyage en Hongrie Aufmerksamkeit gewidmet und das wechselnde in einander Übergehen derselben mehrmals beschrieben; so unter den Schlagwörtern pag. 79: schiste argileux passant au micaschiste; pag. 81: Decomposition de micaschiste; pag. 84: passage de micaschiste au schiste argileux; pag. 98: Euphotide schisteuse et lambeaux des grauwackes schisteuses; pag. 104—107 Resumé géologique.

Über die Gesteine des Sajóthales bei Betler bemerkt Beudant l. c. pag. 84: „les deux côtés de la vallée sont encore de micaschiste gris des variétès onctueuses que nous venons de citer. Les couches plongent egalement vers le sud- est et sont inclinées de 75 degrés, En general, ces roches se prolongent dans toute la contrée. — Mais tout ces roches finissent par passer au schiste argileux, qui constitue aussi dans les memes contrées des masses considerables. — pag. 86: D'abord il est certain que la plupart de montagnes des contrées sont composées de roches, qui se rapportent au micaschiste, et au schiste argileux et a l'amphibole schisteux."

Die mir vorliegenden Stücke des verwitterten grünen Schiefers lassen sehr deutlich eine feinblättrige Structur und ein Wechseln der Lagen der constituirenden Bestandtheile erkennen, indem theils $^1/_2$ Linie dicke Lagen von secundärem krystallisirtem Calcit, theils hornblendereichere grünere, oder axinitreichere dunkelbraune dünne Lagen aufeinanderfolgen. Da der Schiefer sehr feinkörnig ist, so treten überhaupt seine Bestandtheile wenig hervor und nur an einzelnen Punkten beobachtet man Nester von grüner langsäulenförmiger Hornblende, welche selbst an einzelnen Punkten in das feinfaserige und asbestartige übergeht.

Auf diesen Schiefer hat sich nun vorerst eine ein Zoll dicke Schichte derben oder undeutlich krystallisirten Axinits angesetzt, welcher, da er mit dem Schiefer und der Hornblende auf das innigste verwachsen ist, als die älteste Generation auf diesen Stufen angesehen werden kann. Erst auf diesen alten Axinit sitzen dann deutliche schöne Krystalle desselben Minerals, aber jüngerer Generation. Man kann annehmen, daß die Bildung in einer Gangspalte durch Auslaugung des Nebengesteines erfolgte.

Eines der vorliegenden Handstücke hat auf dem älteren Axinit eine jüngere, grüne durchscheinende Hornblende in säulenförmigen Krystallen aufsitzen und ferners neben diesen Krystallen in einer

kleinen, durch mehrere Axinite gebildeten Höhlung geringe Quantitäten Amiants.

Ein anderes Handstück trägt hingegen die Zersetzungsproducte des Kupferkieses, nämlich Kupferlasur und Kupfergrünn als sehr dünnen Überzug theils auf einzelnen Axinitkrystallen, theils auf Absonderungsflächen des Schiefers.

Das wichtigste Handstück der Collection ist aber jenes, welches neben älteren und jüngeren Axinit noch Calcit, Apatit und Spuren von Gold zeigt. (W: K. H. M. C. 1822. XXI. 29.) Die Grundlage dieses Handstückes bilden neben dem graugrünen stark verwitterten Schiefer Lagen derben Axinit's, welcher hier auch in großen $^1/_2$ Zoll langen, $^1/_4$ Zoll dicken Krystallsäulen auftritt. Seine Farbe ist dunkelbraun, er ist undurchsichtig, aber ebenflächig und nicht stark glänzend. Mitten zwischen diesen Axinitkrystallen hat sich jüngerer grauweißer Calcit angesiedelt und den von Axinit im Innern des Handstückes frei gelassenen Raum ausgefüllt. Die relative Altersbestimmung ist unzweifelhaft, da der oftgenannte ältere Axinit an allen Stellen in den Calcit einschneidet. Auf der einen — der Gangspalte zugewendeten — Seite des Handstückes hat sich nun nochmals eine zweite Generation des Axinits angesiedelt. Es sind dieß kleine, circa 1—3 Millimeter große Krystalle von besonderem Flächenreichthum. Sie sind lichtbraun, durchscheinend und glänzend. Neben diesen und auf dieselben aufgewachsen bemerkt man zahlreiche kleine 1—2 Millimeter große, tafelförmige, schöne Krystalle von Apatit als jüngste Generation[1]); ein bisher vollkommen unbekannter Fundort dieses Minerals.

Schließlich bemerkt man auf demselben Handstücke auf den durch das Formatisiren gebildeten Spaltflächen des Schiefers einzelne goldglänzende Pünktchen von kaum $^1/_{10}$ Mm. Größe. Bei näherer Betrachtung unter der Loupe kann man keine Krystallform wahrnehmen, sondern nur ein plattenförmiges Gefüge erkennen. Die goldgelbe Farbe, der hohe Metallglanz, die relative Beständigkeit im verwitterten Schiefer gegen die chemischen Agentien, läßt diese Partikeln als fein eingesprengtes Gold erkennen.

Wenn nun auch der von mir aufgefundene Apatit dieses Fundortes bisher unbekannt war, so kann ich ein gleiches vom Golde

---

[1]) In einem der nachfolgenden Paragraphe werde ich die Form dieser Apatitkrystalle näher beschreiben.

nicht behaupten. Man findet nämlich schon in Zipser Handbuch bei dem Orte Betler die Notiz, daß im vorigen Jahrhunderte in der Nähe der Hochöfen eine Goldwäscherei bestanden habe, indem der Sand eines aus dem Gebirge kommenden Grabens goldhältig gewesen sei. Da in dieser kurzen Notiz nicht bemerkt ist, von welcher primären Lagerstätte das Gold stammt, überdieß Zipser davon im Jahre 1817 als von einem längst aufgelassenem Versuche sprach, so ist diese Zipser'sche Angabe in keinem der späteren topographisch-mineralogischen Handbücher citirt[1]) und selbst in Zepharovich's Lexicon vermisse ich diese Angabe.

Geht man nun zur Beschreibung der Krystallform der Axinite dieses Fundortes über, so ist hervorzuheben, daß die zwei mehrfach erwähnten Generationen dieses Minerals sich nebst Farbe und Größe auch im Habitus ihrer morphologischen Ausbildung etwas unterscheiden.

Der allgemeine Habitus der Axinite von Poloma steht nämlich dem Habitus der Krystalle von Bottolak am nächsten, ohne ihm vollkommen zu gleichen. Die dominirenden und die Form bestimmenden Flächen sind *c*, *r*, und neben diesen theils *u*, theils *M*. An den großen Axiniten, welche $^1/_2$—$^2/_3$ Zoll lange und $^1/_4$ Zoll dicke Krystalle bilden, ist das freie Ende durchwegs durch die vorherrschenden Flächen *c*, *r*, *u* gebildet, während hingegen bei den kleineren Axiniten der jüngeren Generation die Fläche *u* meist nur untergeordnet auftritt und statt derselben *M* die Form der Gestalt bestimmt.

Dem Vorkommen des Axinit zu Poloma sind die Fig. 17, 18, 19 gewidmet, deren Flächenbestimmung auf meinen Messungen beruht.

Fig. 17: *a.c.l.u.r.w.e.n.*

Diese Figur entspricht einem (W: K. H. M. C. Kr. S. 1) Axinite der älteren Generation. Die Flächen *r* sind gestreift, die übrigen ziemlich glatt, eben und glänzend. Der Krystall ist gegen $^1/_2$ Zoll lang, aber nur an dem oberen Ende desselben ausgebildet, während das untere Ende, angefangen von den Combinationskanten der vorderen Flächen *a*, *r*, *u* mit anderen Axiniten verwachsen ist.

---

[1]) Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, daß Leonhard 1843 einen Fundort: „Kokawa im Gömörer Comitate" des Goldes anführt mit dem Beisatze angeblich. Dieser Fundort ist circa 8 Meilen von Betler entfernt, im Rimathale bei Klenez gelegen und gehört einem anderen Terrain an. Bezüglich des Beisatzes angeblich bemerke ich, daß das k. k. Hof-Mineraliencabinet vom Fundorte Kokawa ein Handstück mit Gold besitzt.

Fig. 18: *a.c.s.σ.Y.l.u.M.w.r.e.d.o.*

Diese Figur ist nach zwei (W: K. H. M. C. Kr. S. 3 und 4) der kleinen (1 Mm. großen) Krystallen der jüngeren Generation mit genauer Beibehaltung der relativen Flächenausdehnung gezeichnet. Obgleich der Habitus dem des vorhergehend beschriebenen Krystalles ziemlich ähnlich ist, so unterscheidet er sich doch von demselben durch seine geringere Höhenausdehnung, und das Vorherrschen der Fläche *M*. Ausgebildet ist ebenfalls nur der obere Theil bis zum Beginne der vorderen unteren Fläche *a*.

Diese Figur zeigt eine neue schmale Fläche

$$\sigma\,(\bar{1}01) = ,\bar{P},\infty = a' : \infty\, b : c,$$

welche an zwei Krystallen dieser Form von mir beobachtet ward[1]). Die Messungen für diese in der Zone $c\bar{a} = (001)\,(\bar{1}00)$ liegende Fläche sind:

	Beobachtet	Gerechnet Schrauf[2])
$c\bar{a}$	100°55′	100°49′
cy	64 30	64 31½
$c\sigma$	41 30	41 9½
$b\sigma\,(010)\,(\bar{1}01)$		91 28
$\bar{a}\sigma\,(\bar{1}00)\,(\bar{1}01)$		59 39½.

Die übrigen zum Behufe der Flächenbestimmung gemachten Messungen sind[3]):

	Beobachtet	Gerechnet Rath
cl	28°30′	28°55′
cu	44 25	44 31
cM	77 20	77 18
cw	60 37	60 29
ce	45 36	45 15
co	72 30	72 16
cd	45 0	45 8.

[1]) Das Symbol dieser Fläche σ wäre nach der Aufstellung von

Rath $= 10\bar{2} = a' : \infty\, b : \frac{1}{2}\, c = \frac{1}{2}\,,\bar{P},\infty = a^2$

Descloizeaux $= \bar{3}52 = \frac{5}{3}\, a' : b : \frac{5}{2}\, c = \frac{5}{2}\,,P\,\frac{5}{3} = c^{1/3} f^{1/6} g^{1/2} = c' f'^{1/6} g'$.

[2]) Die (mit der Bezeichnung Schrauf) gerechneten Winkel sind mit Zugrundelegung der von mir im §. 3 angenommenen Parameter abgeleitet.

[3]) Da meine Winkelberechnungen (vergl. früheren Paragraph) nur um einige Minuten sich von jener Rath's unterscheiden, so führe ich, wenn es sich nicht um neue Flächen handelt, die letzteren an, um die Priorität der umfassenden Rechnungen Rath's anzuerkennen.

Fig. 19: *a.c.l.u.M.w.r.z.m.Y.o.ψ.ρ.t.d.n.*

Diese Figur zeigt den Habitus der jüngeren Axinite von Poloma in einer der vollflächigsten Combinationen. Der ihr zu Grunde liegende Krystall (W: K. H. M. C. Kr. S. 2) ist sehr klein, kaum 1 ½ Millimeter groß und zu zwei Drittheilen von Oben entwickelt, während dessen Untertheil mit anderen Axiniten gesetzlos verwachsen war. Die Flächen sind ziemlich eben und glänzend, aber wie aus der Zeichnung erhellt, sind die zahlreichen Pyramidenflächen unendlich klein und nur unter der Loupe als reflectirende Lichtpunkte zu fixiren.

Beobachtet habe ich zur Bestimmung der Flächen die Winkel:

		Gerechnet Rath
cl =	28°35′	28°55′
cw =	60 55	60 29
wM =	42 33	42 15
uM =	33 2	32 47
$c\bar{M}$ =	102 34	102 44
$\bar{M}n$ =	49 11	49 32
nm =	50 2	50 30
$\bar{M}m$ =	82 14	82 9
mM =	97 40	97 51
$c\bar{m}$ =	90 15	90 4
cm =	89 40	89 56
$c\bar{z}$ =	116 40	116 24
$c\bar{r}$ =	134 30	134 45
ud =	66 11	65 58
cd =	44 57	45 8
wt =	19	20 1
Yo =	21 ½°	21 58
$\bar{M}o$ =	70	70 3
co =	71 ½°	72 16
aM =	41° 1′	40 53
Mf =	63 39	63 2
cf =	97	97 22
ac =	100 54	100 48
cy =	64 48	64 36
$\bar{M}Y$ =	56 2	55 45

Außer diesen schon von früher her bekannten Flächen lassen sich auf der oberen Rükseite der Krystalle noch vollkommen gut zwei neue, sehr klein entwickelte Pyramidenflächen bestimmen.

Die Fläche $\psi\,(\bar{4}21) = {}^1/_4\,a' : {}^1/_2\,b : c = 4,P2 = c^{1/2}b^{1/6}h'$ nach meiner Aufstellung[1]) liegt in der Zone $Yo\bar{m}$ zwischen o und $\bar{m}$ und zu dessen Bestimmung habe ich die folgenden Winkel beobachtet

	Gerechnet	Schrauf
$b\bar{g}\,(010)\,(\bar{2}10) =$		$71^\circ 25^1/_2{}'$
$\bar{g}a =$		$32\ 49^1/_2$
$c\bar{g} =$		$95\ 27^1/_2$
$\bar{m}\bar{g} =$		$24\ 13^1/_2$
$\bar{m}\psi =$	$26^\circ 12'$	$26\ 48$
$\bar{g}\psi =$		$18\ 9$
$Y\psi =$	$33\ 27$	$33\ 14$
$\bar{M}\psi =$	$77\ 49$	$78\ 4$
$\bar{a}\psi =$	$40\ 14$	$40\ 9$
$c\psi =$	$77\ 32$	$77\ 18$
$b\psi =$		$68\ 41.$

Die zweite neue Fläche ρ trägt nach meiner Aufstellung[2]) den Index $\bar{3}\bar{1}3 = {}^1/_3\,a' : b : {}^1/_3\,c = \bar{P},3 = b^{1/2}c^{1/6}h^{1/3}$ und bildet eine dreieckige Abstumpfung des durch die Flächen cYw gebildeten Eckes und liegt in keiner entwickelten Zone. Die Bestimmung des Index muß daher auf dem Netze der gemessenen Winkel basiren.

Die im nachfolgenden angegebenen Winkel, für welche bloß die Miller'schen Indices angegeben sind, sind die gerechneten Hilfswinkel und beziehen sich auf bisher noch nicht beobachteten Flächen.

---

[1]) Das Symbol dieser Fläche ψ wäre nach der Aufstellung von

Rath $= 2\bar{6}5 = 3a : b' : {}^6/_5\,c = {}^6/_5\,'\bar{P}3 = d^{1/6}b^{1/6}g^{1/6}$

Descloizeaux $= \bar{5}33 = {}^5/_3\,a' : b : c = ,\bar{P}{}^5/_2 = c'f^{1/6}g^{1/2}$.

[2]) Das Symbol dieser Fläche ρ wäre nach der Aufstellung von

Rath $= \bar{1}12 = a' : b : {}^1/_2\,c = {}^1/_2\,,\bar{P} = c'$

Descloizeaux $= \bar{2}41 = 2a' : b : 4c = 4,\bar{P}2 = c^{1/2}f^{1/4}g'$.

Beobachtet	Gerechnet Schrauf
$c\sigma =$	41° 9½′
$(100)(310) =$	18 32
$(001)(\bar{3}\bar{1}0) =$	102 25½
$b\sigma =$	91 28
$\rho\sigma =$	14 8½
$c\rho = 45°57'$	46 43½
$\bar{a}\rho = 56\ 24$	56 46
$(\bar{3}\bar{1}0)(\bar{3}\bar{1}3)$	65 42
$\bar{M}\rho = 59\ 20$	59 43
$b\rho =$	74 2
$w\rho = 21\ 53$	22 34.

Die hier angeführten Messungen genügen, um die Identität der Flächen sicherzustellen. Auf die vorhandenen Abweichungen der gemessenen von den gerechneten Winkeln lege ich hier weniger Gewicht, indem die im vorliegenden Paragraphe beschriebenen Krystalle nicht wegen der Schönheit und Ebenheit ihrer Flächen, sondern wegen der Neuheit ihrer Form und der an ihnen auftretenden Flächen beschrieben wurden. Genaue Messungen werden wahrscheinlich der Gegenstand einer anderen Serie dieser meiner Mittheilungen bilden.

V. Axinit vom Onega-See und von den Pyrenäen.

Dem Axinit von Poloma steht in Farbe und Habitus der Axinit vom Onega-See am nächsten. Von diesem Vorkommen ist mir, außer der kurzen Notiz in Leonhard Handwörterbuch: „daß auf der Wolfsinsel im Onega-See Axinit in Mandelstein vorkommt", keine neue Beschreibung dieses Fundortes bekannt. Auch Rath hat in seinen Untersuchungen über den Axinit, keine Andeutungen über den Habitus der Krystalle dieses Fundortes gegeben, so daß ich glaube, die wenigen Beobachtungen, zu denen das Studium eines Handstückes ermöglicht, publiciren zu sollen. Das k. Hof-Mineraliencabinet besitzt seit 60 Jahren ein prachtvolles Handstück (W: K. H. M. C. 1808. III. 12) vom Axinite des Fundortes: „Insel Wollkostroff im Onega-See", welches mit manchen anderen Mineralien dieses Fundortes (Quarz, Amethyst, Hornstein, Trapp, Kupfererzen), angekauft ward.

Das $1^1/_2$ Zoll dicke Handstück besteht fast zur Gänze aus derbem und krystallisirtem Axinite und läßt nur sehr wenig von wahrem Muttergestein erkennen. An der Unterseite des Stückes, wo dasselbe auf dem Muttergestein aufgesessen sein mußte, tritt sparsam strahlige, undeutlich krystallisirte Hornblende, theils in sehr kleinen, theils in bis zu $^1/_2$ Zoll langen Säulen auf, die durchsichtig und von graugrüner Farbe ist. Dieß läßt vermuthen, daß der Axinit vom Onega-See — ähnlich dem von Poloma — in der Gangspalte eines (Hornblende?) Schiefers entstanden ist[1]). Diese Vermuthung wird um so größer als auch die übrigen genetischen Verhältnisse am Exemplare vom Onega denjenigen, die wir an den Stücken von Poloma kennen gelernt haben, überaus ähnlich sind. Hier wie dort läßt sich eine ältere Generation des Axinits und eine jüngere des Calcits verfolgen.

Das vorliegende Handstück wird nämlich, wie ich schon früher erwähnt habe, fast vollkommen von theils krystallisirtem, theils krystallinisch-derben Axinite, der wirr durcheinanderliegt, gebildet. Die größeren aber nicht schönen Krystalle erreichen $^1/_2$ Zoll Größe, sind aber selten frei, sondern meist ganz verwachsen. Sie besitzen eine dunkel röthlichbraune Farbe; ihre Flächen sind eben, aber nicht besonders glänzend. In einer, bei $1^1/_2$ Zoll großen und $^3/_4$ Zoll tiefen, unregelmäßigen Höhlung zwischen diesen Axiniten hat sich aber eine jüngere Generation von weißen durchscheinenden Calcit angesiedelt. In diesem Calcit selbst sind mehrere kleinere, fast rundum ausgebildete, 1 Linie große Axinitkrystalle eingesprengt, ohne daß sie in Berührung mit den Axiniten der älteren Generation ständen. Auf den übrigen Seiten des Handstückes läßt sich nicht so genau wie bei denen von Poloma der jüngere und ältere Axinit unterscheiden.

Was nun die Krystallform der Axinite dieses Fundortes betrifft, so ist dieselbe im allgemeinen dem Habitus der Krystalle von Bottolak und Poloma zuzuzählen und scheint zwischen beiden zu stehen. An den Krystallen sind meist die Flächen c, r, u, vorwiegend; und die Pyramiden r, u im symmetrischen Gleichmaß von links und rechts entwickelt. Die an den Krystallen von Poloma und Bottolak so schön ausgebildeten Flächen ($m.g.f.o.q.M.e.w$ u. s. w.) aus den nahe

[1]) Dieser Schiefer scheint jedoch nicht so verwittert grau und dem Thonschiefer nahe zu sein, wie der von Poloma. Jedenfalls scheint mir der von Leonhard citirte Mandelstein als Muttergestein des Axinits vorläufig sehr fraglich.

an *a* liegenden Zonen, habe ich hier nur undeutlich ausgebildet vorgefunden.

Fig. 20: *a.c.M.m.s.x.l.u.r.e.*

Der Form der größeren und kleineren Krystalle entspricht im wesentlichen die Fig. 20; welche ich nach einem kleinen (W: K. H. M. C. Kr. S. 5) 1 Linie großen Krystalle, der mit dem Calcit verwachsen war, construirt habe. Der Krystall war auf seiner Vor- und Rückseite ziemlich gleichmäßig ausgebildet, und zeigte nur auf den Flächen *s*, *x*, der Rückseite, eine sehr geringe Anwachsstelle, wo er mit anderen kleineren Axiniten vereint war. Die vorkommenden Flächen, welche die Gestalt bestimmen, sind *c*, *r*, *u*, wozu die Domenzone mit den ziemlich groß ausgebildeten Flächen *s* und *x* tritt. Die Mehrzahl dieser Flächen sind auch den Krystallen von Baveno und des Dauphinée (vgl. Fig. 11) eigen, allein die Axinite letzterer Fundorte sind weit weniger parallel der verticalen Krystallaxe *Z* verlängert und viel plattenförmiger als die vom Onega-See. Eine gleiche Verlängerung parallel *Z* zeigen nebst den Krystallen vom Onega, nur die Axinite von Poloma und Bottolak.

Zur Orientirung der Flächen habe ich gemessen:

	Gerechnet Rath
$cl = 28°41'$	$28°55'$
$cu = 44\ 38$	$44\ 29$
$cM = 77\ 5$	$77\ 16$
$cs = 33\ 11$	$33\ 18$
$cx = 49\ 35$	$49\ 25$
$ca = 79\ 20$	$79\ 11$
$cr = 45\ 0$	$45\ 15$
$cm = 90\ 0$	$89\ 55\frac{1}{2}$
$ce = 45\ 30$	$45\ 20.$

Fig. 21: *c.h.l.u.M.π.r.m.s.x.ξ.τ.*

Unmittelbar an den im Vorhergehenden beschriebenen Krystall war im Calcit noch ein anderer kaum 1 Linie großer Krystall eingewachsen, welcher durch die Eigenthümlichkeit seiner Form fast einen neuen Habitus des Axinits begründet (W: K. H. M. C. Kr. S. 6).

Auch dieser Krystall war ringsum ausgebildet und zeigte, da er allseits frei im Calcit eingewachsen war, nur geringe Anwachsstellen. Während alle übrigen von mir bisher gesehenen Axinite durch die Ausbildung von *c*, *r*, *u* einen schief rhomboëdrischen Habitus hatten, so scheint dieser Krystall dem ersten Anblicke nach fast quadratisch zu sein, und selbst seine Winkelverhältnisse sind eigenthümlicher Weise diesem Anscheine nicht widersprechend. Wie die Fig. 21 lehrt, so erhält der Krystall seinen Habitus dadurch, daß die Flächen *c*, *r*, *u*, *x* fast vollkommen gleich groß ausgebildet sind. Diese vier Flächen scheinen dann einer quadratischen Pyramide anzugehören, während die ziemlich rectanguläre Fläche *s* die Rolle einer basischen Endfläche spielen könnte.

Dieser scheinbar quadratische Typus spricht sich auf Vorder- und Rückseite aus, während die an der Fläche *a* liegenden Zonen zu keiner Entwicklung gelangen.

Neben dem besonderen Habitus zeichnet sich dieser Krystall noch durch das Auftreten von drei neuen Pyramidenflächen π, ξ, τ aus, von denen die Fläche ξ groß, die beiden übrigen hingegen nur als sehr schmale Abstumpfungsflächen bemerkbar sind. Da diese beiden letzteren aber in bestimmbare Zonen fallen, so ist auch für sie eine genaue Ermittlung der Indices möglich. Die Symbole der drei neuen Flächen sind

$$\pi\,(1\bar{1}2) = a : b' : {}^1/_2\,c \quad = {}^1/_2{}'P \quad = d'$$
$$\xi\,(1\bar{2}3) = a : {}^1/_2\,b' : {}^1/_3\,c = {}^1/_3{}'\breve{P}{}^1/_2 = d'b^1/_3\,g\,{}^1/_3$$
$$\tau\,(1\bar{2}4) = a : {}^1/_2\,b' : {}^1/_4\,c = {}^1/_4{}'\breve{P}{}^1/_2 = d'b^1/_3\,g\,{}^1/_4.$$

Die Fläche π liegt in den Zonen *cr* und *sd*; in letzterer Zone liegt auch ξ, während τ in der Zone von *c* nach ξ liegt (vgl. Fig. 10). Diese drei Flächen bilden gleichsam das Gegenstück zu den, an Axiniten anderer Fundorte vorkommenden Flächen *k*.*t*.

Zur Bestimmung der Grundform dieses Krystalles wurde gemessen

	Gerechnet Rath
$ch = 20°30'$	$21°\ 1'$
$cl = 29\ 10$	$28\ 55$
$cu = 44\ 35$	$44\ 29$
$cM = 77\ 0$	$77\ 16$
$cr = 45\ 20$	$45\ 15$

	Gerechnet Rath
$ur = 64°15'$	64 22'
$cm = 90$	89 55½
$cs = 33\ 20$	33 18
$cx = 49\ 10$	49 25
$ux = 30\ 50$	30 33.

Die Indices[1]) der neuen Flächen basiren außer dem Zonenverbande auch auf den gemessenen Winkeln

	Gerechnet Schrauf
$c\pi = 26°30'$	26 37'
$c\tau = 24\ 0$	23 56½
$c\xi = 30\ 50$	31 1
$r\xi = 19\ 30$	19 8½
$r\tau = 24\ 30$	24 6½
$s\xi = 39\ 0$	39 5
$s\pi = 27\ 30$	27 54½
$u\xi = 64\ 40$	64 26
$a\xi =$	74 31
$a\tau =$	75 11
$b\xi =$	75 36
$b\tau =$	77 41.

Die Übereinstimmung zwischen Rechnung[2]) und Beobachtung spricht für die Richtigkeit der Indices.

---

[1]) Der Index der Fläche π ist nach der Aufstellung von

Rath $= 5\bar{3}\bar{1} = \frac{1}{5}a' : \frac{1}{3}b : c = 5, \breve{P}\,5/3 = c'^{1/2}b^{1/6}h'$,

Descloizeaux $= 1\bar{1}2 = a : b' : \frac{1}{2}c = \frac{1}{2}'P = d'$.

Der Index der Fläche ξ ist nach der Aufstellung von

Rath $= 7\bar{6}\bar{2} = \frac{1}{7}a' : \frac{1}{6}b : \frac{1}{2}c = \frac{7}{2}, \breve{P}\,7/6 = c'b^{1/12}h^{1/2}$,

Descloizeaux $= 3\bar{5}6 = \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b' : \frac{1}{6}c = \frac{5}{6}'\breve{P}\,5/3 = d'^{1/2}b^{1/6}g^{1/6}$.

Der Index der Fläche τ ist nach der Aufstellung von

Rath $= 3\bar{2}\bar{1} = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}b : c = 3, \breve{P}\,3/2 = c'b^{1/6}h'$,

Descloizeaux $= 5\bar{7}6 = \frac{1}{5}a : \frac{1}{7}b' : \frac{1}{6}c = \frac{7}{6}'\breve{P}\,7/5 = d'^{1/2}b^{1/12}g^{1/6}$.

[2]) Um künftige Rechnungen zu ersparen, gebe ich hier einige nach meinem Parameterverhältnisse gerechnete Hilfswinkel an:

$(001) : (0\bar{1}2) = 24°49'$ Schrauf.
$(001) : (0\bar{2}3) = 32\ 16$
$(0\bar{1}0) : (\bar{1}20) = 25\ 24\frac{1}{2}$
$(100) : (0\bar{1}2) = 85\ 33$
$(100) : (0\bar{2}3) = 87\ 41$.

An den übrigen Krystallen dieses Handstückes habe ich keine weitere nennenswerthe Beobachtung gemacht.

Der Axinit vom Pic d'Ereslids, Pyrenäen, steht dem Axinite von der Dauphinée eben so nahe, wie der vom Onega-See jenem von Poloma. Das mir vorliegende Handstück (W: K. H. M. C. 1816. XXXV. 38) ist eine Partie einer auf Calcit aufgewachsenen Druse. Der Calcit ist grauweiß, bildet Spaltungsrhomboëder und ist einseitig mit aufeinandergehäuften Axiniten bedeckt. Diese Axinite sind meist 2 Linien große Krystalle von sehr lichter Farbe, sehr licht braunviolett ins graulich-weiß. Sie sind fast durchsichtig und unter den Krystallen aller mir bekannter Fundorte die klarsten.

Die Form derselben ist dem Habitus der Axinite von Dauphinée und der vom Lukmanier sehr nahestehend. Die Mehrzahl der Krystalle dieses Fundortes, vgl. Fig. 14, wird von den Flächen *c*, *l*, *u*, *r*, *s*, *x*, *M* gebildet, und unter diesen herrscht die Zone *cu* vor, während die *r*, *s*, *x* kleiner ausgebildet erscheinen. Durch diese vorwiegende Ausbildung (ähnlich Fig. 15) der Flächen *c*, *l*, *u* parallel ihren Combinationskanten erscheinen die Krystalle meist ganz einseitig und parallel den Kanten *c*, *u* in die Länge gezogen, wie man dies an den Axiniten der alpinen Lagerstätten so häufig beobachten kann[1]).

VI. Zwillingskrystalle des Aragonits.

Überaus selten finden sich einfache Krystalle des Aragonites und dessen Neigung zur Zwillingsbildung, mag dieselbe nun als Juxtaposition, Penetration oder als lamellare Einschaltung vorkommen, ist so groß, daß selbst die Mehrzahl der scheinbar einfachen nadelförmigen Krystalle von Kamsdorf, Dognaczka, Werfen u. s. w. nur eigenthümlich gestaltete Zwillingscombinationen sind.

Das Zwillingsgesetz des Aragonits ist bekanntlich: „Die Zwillingsaxe ist normal auf einer Fläche des Prisma", und die Repetition dieses Gesetzes bei mehreren Individuen genügt, um die vorkommenden Formen zu erklären.

---

[1]) Schließlich bemerke ich, daß ich an mir vorliegenden Handstücken des Axinits vom Harze und von Sachsen keine neue Thatsache auffand.

Deren Krystalle zeigen meist *c*, *l*, *u*, *r*, *x*, *s*.

Obgleich nun die Zwillingscombinationen des Aragonits durch die optischen Untersuchungen von Senarmont[1]) und die Ätzpräparate von Leydolt[2]) näher bekannt wurden, so ergeben sich doch bei der Durchsicht eines zahlreichen Materiales mancherlei Bemerkungen, die trotz dem Bekanntsein des zu Grunde liegenden Gesetzes, neu sein dürften.

Um die im Späteren zu beschreibenden Zwillinge schematisch bezeichnen zu können, werde ich vorerst die möglichen Combinationen systematisch anführen.

Geht man von dem Grundprisma m_I (110) des Hauptindividuum System I aus, so kann jede der vier Prismenflächen als Zwillingsfläche benutzt werden; natürlich werden die parallelen Flächen m_I und $'m_I$ sowie $'m_I$ und m_I gleiche Resultate erzielen, und die Zwillingsstellung der beiden angewachsenen Individuen (System II und System III) werden sich nur dadurch von einander unterscheiden (vgl. Fig. 22), ob die erzeugten Systeme rechts (r II; r III) oder links (l II; l III) vom Hauptindividuum I zur Ausbildung gelangen.

Gelangen von diesen Individuen die rechten und linken Systeme gleichzeitig zur Ausbildung, so gleicht der erfolgende Krystall einem Penetrationsdrillinge; während bei einseitiger Ausbildung der Zwillingssysteme entweder ein rechter oder ein linker Juxtapositionszwilling respective Drilling möglich ist, also Combinationen wie

I mit r II; r III,
I „ l II l III
I „ r II l III
I „ l II r III

zum Vorscheine kommen können.

In der Mehrzahl der Fälle genügen diese angeführten Combinationen zur Erklärung der Zwillingsgestalt, allein an manchen Krystallen von Horschenz oder Molina legen sich noch weitere Individuen an die bereits in Zwillingsstellung befindlichen Systeme II und III an, bis sich der Krystallcomplex endlich ringförmig schließt.

---

[1]) Senarmont, An. d. Chim. III. Ser. vol. 41. p. 61.
[2]) Leydolt, Sitzb. Ak. d. Wiss. Wien. vol. XIX. p. 27.

In der Fig. 23 ist die Juxtaposition von sechs Zwillingsindividuen und zwar von drei rechten und drei linken Systemen durchgeführt. Die gesetzmäßige Bildung dieses rechtsliegenden Complexes erfolgt in der Weise, daß die Zwillingsaxe von

Ind. r II senkrecht ist auf $m_{\mathrm{I}}'(1\bar{1}0)$ von Ind. I,
„ r IV „ „ „ $m_{\mathrm{II}}(110)$ „ „ II,
„ r VI „ „ „ $m_{\mathrm{IV}}'(1\bar{1}0)$ „ „ IV,

hingegen ist für die vom Individium I linksliegende Zwillingscombination die Zwillingsaxe vom

Ind. l. III senkrecht auf $'m_{\mathrm{I}}'(\bar{1}\bar{1}0)$ von Ind. I,
„ l. V „ „ $'m_{\mathrm{III}}(\bar{1}10)$ „ „ III,
„ l VII „ „ $'m_{\mathrm{V}}'(\bar{1}\bar{1}0)$ „ „ V.

Die Winkelverhältnisse dieser Zwillinge lassen sich ebenfalls aus dieser bekannten Juxtaposition der einzelnen Individuen berechnen. Nimmt man für Aragonit das Verhältniß der horizontalen Axen

$$a : b = 1 \cdot 5896 : 1$$

an, so ergeben sich die nachfolgenden Werthe der wirklichen inneren Winkeln zwischen den Linien $a_1 \ldots a_7$ und $m_1 \ldots m_7$:

$$A\begin{cases} a_1 : a_{\mathrm{II}} = a_{\mathrm{I}} : a_{\mathrm{III}} = 63^\circ 50' \\ a_1 : a_{\mathrm{IV}} = a_1 : a_{\mathrm{V}} = 127\ 40 \\ a_1 : a_{\mathrm{VI}} = a_1 : a_{\mathrm{VII}} = 191\ 30 \end{cases}$$

$$B\begin{cases} a_1 : m_1 = a_1 : 'm_1 = 31^\circ 55' \\ a_1 : m_1' = a_1 : 'm_1' = 31\ 55 \\ a_1 : m_{\mathrm{II}} = a_1 : 'm_{\mathrm{II}} = 95\ 45 \\ a_1 : m_{\mathrm{IV}}' = a_1 : 'm_{\mathrm{V}}' = 159\ 35 \\ a_1 : m_{\mathrm{VI}} = a_1 : 'm_{\mathrm{VII}} = 223\ 25 \\ a_1 : 'm_{\mathrm{VI}} = a' : m_{\mathrm{VII}} = 339\ 35 \end{cases}$$

$$C\begin{cases} m_1 : m_{\mathrm{II}} = 'm_1 : 'm_{\mathrm{III}} = 127^\circ 40' \\ m_1 : {}^1m_{\mathrm{IV}}' = 'm_1 : {}^1m_{\mathrm{V}}' = 191\ 30 \\ m_1 : m_{\mathrm{VI}} = 'm_1 : 'm_{\mathrm{VII}} = 255\ 20 \\ m_1 : 'm_{\mathrm{VI}} = 'm_1 : m_{\mathrm{VII}} = 371\ 30 \end{cases}$$

Um die Normalwinkel zwischen den Flächen a (100) um m (110) aus diesen angegebenen wirklichen inneren Winkeln zu berechnen, darf man nur bemerken, daß der Normalwinkel

für die Gruppe *A* gleich ist dem wirklichen Winkel,
„ „ „ *B* „ „ 90° weniger dem wirklichen Winkel,
„ „ „ *C* „ „ 180° „ „ „ „

Nach Erörterung dieser theoretischen Consequenzen des geltenden Zwillingsgesetzes ist es möglich, auch die in der Natur vorkommenden Formen auf die richtige Combination der verschiedenen Systeme zurückzuführen. Die von mir im Nachfolgenden beschriebenen Krystalle gehören theils dem Typus der Krystalle von Horschenz, theils den nadelförmigen von Dognaczka und Werfen, theils den Zwillingen von Herrengrund, Leogang und Molina an. An denselben habe ich überdies einige neue Flächen aufgefunden, welche in der auf den nächsten Seiten folgenden Flächentabelle mit einem Sterne und dem Buchstaben *S* bezeichnet sind. Die Symbole der Flächen werden unter der doppelten Voraussetzung, daß erstens das optische Schema des Aragonits mit

$$\mathfrak{c}\,\mathfrak{b}\,\underline{\mathfrak{a}}$$

und das Axenverhältniß [1]) mit

$$a : b : c = 1 \cdot 5896 : 1 : 0 \cdot 5727$$

bezeichnet wird, folgende [2]).

---

[1]) Im Einklang mit meiner, in Physikal. Mineral. vol. II. p. 288 begründeten Anschauung bezüglich der krystallographischen und optischen Orientirung, wird von mir ein solches Axenverhältniß des Aragonits gewählt, welches den Bedingungen „$a > b > c$; c verticale Axe und parallel der Bissectrix $\mathfrak{a}$“ genügt. Gewöhnlich ward bisher das Aragonitaxensystem mit $a : b : c' = 1 \cdot 5896 : 1 : 1 \cdot 1454$ und $(\mathfrak{c}\mathfrak{a}\mathfrak{b})$ angenommen, wobei somit $c' = 2c$ Schrauf ist, und weßhalb unter Annahme von c' auch jeder Index der dritten Stelle mit 2 zu multipliciren kommt, und dann auch $p = 111 = P$ wird.

[2]) Hieran lassen sich noch einige, namentlich die von Schmid, Pogg. Ann. vol. 126, p. 149, und die von Websky am Tarnowitzit. D. G. G. vol. IX. p. 737, beobachteten Flächen anfügen. Es ist dann

λ	18.01	Schrauf	=	$9P\infty$	Schmid
x	12.12.1	„	=	$6P$	„
σ	18.18.1	„	=	$9P$	„
t	843	„	=	t	Websky
y	245	„	=	y	„
r	423	„	=	u	„
ξ	213	„	=	x	„
φ	485	„	=	v	„
w	27.25.15	„	=	w	„
z	27.25.1	„	=	z	„
l	301	„	=	l	Miller

	a	100	$\infty\breve{P}\infty$	g'
	c	001	oP	p
	u	021	$2\breve{P}\infty$	$a^1/_2$
S^*	d	011	$\breve{P}\infty$	a'
	x	101	$\breve{P}\infty$	e'
	k	201	$2\breve{P}\infty$	$e^1/_2$
	i	401	$4\breve{P}\infty$	$e^1/_4$
	v	601	$6\breve{P}\infty$	$e^1/_6$
	e	10.0.1	$10\breve{P}\infty$	$e^1/_{10}$
	q	12.0.1	$12\breve{P}\infty$	$e^1/_{12}$
S^*	μ	32.0.1	$32\breve{P}\infty$	$e^1/_{32}$
S^*	ρ	40.0.1	$40\breve{P}\infty$	$e^1/_{40}$
S^*	η	48.0.1	$48\breve{P}\infty$	$e^1/_{48}$
	m	110	∞P	m'
	o	111	P	$b^1/_2$
	p	221	$2P$	$b^1/_4$
S^*	Θ	20.20.1	$20P$	$b^1/_{40}$
S^*	π	48.48.1	$48P$	$b^1/_{96}$
	s	421	$4\breve{P}2$	$b^1/_2 b^1/_6 g'$
	n	210	$2\breve{P}2$	$b' b^1/_3 g'$
	τ	212	$\breve{P}2$	$b' b^1/_3 g^1/_2$

Die neue Fläche d (011) ward von mir an einem Krystalle von Horschenz (W: K. H. M. C. 1857. XXV. 27), dessen Habitus übrigens mit dem der übrigen ident war, aufgefunden. Von demselben Fundorte **Horschenz** beabsichtige ich aber einige Zwillinge näher zu beschreiben. Das gewöhnlichste Vorkommen [Vorkommen *A*] der Horschenzer Aragonits ist das der Combination zweier Individuen (Syst. I mit Syst. r II), wobei das zweite Individuum (r II) entweder nur als dünne Lamelle in den vollkommen entwickelten Krystall I einschaltet sein mag, oder sich frei zu einem rechten (halben) Krystall entwickeln kann. Seltener kommen Drillinge vor, bei welchen sich an das zweite Individuum (Syst. r II) noch in Zwillingsstellung ein drittes Individuum (Syst. r III) ansetzt. Als Beispiel eines solchen gut entwickelten Drillings führe ich den Krystall (W: Univer. S. 2890) (Fig. 24) an. Er zeigt die Flächen u (021); p 221; s 421; n 211; die Neigung des dritten Individuums (Syst. r IV) gegen das erste ergibt sich zu

$$m_{\mathrm{I}}(110) : m'_{\mathrm{IV}}(1\bar{1}0) = 11^\circ 15' \text{ beob.}, \quad 11^\circ 30' \text{ gerechnet.}$$

Eine weitere Repetion dieses Gesetzes würde aus dem Drillinge einer Juxtapositionsvierling bilden, bestehend aus dem Individuum I, combinirt mit den Systemen *r* II; *r* IV; *r* VI. Juxtapositionszwillinge dieser Art sind aber überaus selten, und unter den zahlreichen von mir revidirten Horschenzer Krystallen konnte ich nur einen einzigen Zwilling dieser Art finden. Die Fig. 25 stellt den Krystall (W: Univer. S. 2591) naturgetreu dar. Er besitzt die Domen *x*, *k*, *v* und die Pyramide *p*. Gemessen wurde

		Gerechnet
$a_1(\bar{1}00) : a_{II}\ (\bar{1}00)$	$= 63°40'$	$63°50'$
$a_{II}(\bar{1}00) : a_{IV}\ (\bar{1}00)$	$= 63\ 55$	$63\ 50$
$a_{IV}(\bar{1}00) : a_{VI}\ (\bar{1}00)$	$= 63\ 30$	$63\ 50$
$m_I(110) : m_{VI}(1\bar{1}0)$	$= 11\ 50$	$11\ 30.$

Außer diesen normalen Juxtapositionzwillingen, an welchen sich das Zwillingsgesetz immer nur im gleichen Sinne, hier nach rechts, wiederholt, gelang es mir noch überdies, einige Exemplare des Horschenzer Aragonites aufzufinden, welche eine ganz abweichende Juxtaposition der Individuen zeigten.

Die Fig. 26 zeigt einen Krystall von Horschenz (W: Univer. S. 2581), welcher ein Juxtapositionsdrilling [Vorkommen *B*] ist. An das Individuum I haben sich nämlich (vgl. Fig. 22 und p. 37) zwei Individuen angelagert und zwar die Systeme links II und links III. In Folge dessen hat der Krystall eine vollkommen geschlossene sechsseitige Säule, während die domatische Abstumpfung ganz asymmetrisch erscheint. Der Krystall ist nur an der oberen Seite ausgebildet, und der untere Theil erscheint in der Construction ergänzt. Die Flächen sind glatt, und nur zwischen den Flächen k_1 k_2 k_3 zeigt sich wegen der Zwillingsbildung eine unregelmäßige Kante und rinnenartige Vertiefungen. Gemessen habe ich

		Gerechnet
$a_1\ (100) : k_1\ (201)$	$= 54°18'$	$54°13'$
$a_1\ (100) : k_1\ (\bar{2}01)$	$= 125\ 30$	$125\ 47$
$a_{II}\ (100) : k_{II}\ (201)$	$= 54\ 20$	$54\ 13$
$a_{III}(100) : k_{III}(301)$	$= 54\ 30$	$54\ 13$
$a_1\ (100) : a_{II}\ (100)$	$= 63\ 30$	$63\ 50$
$a_1\ (100) : a_{III}(100)$	$= 64\ 0$	$63\ 50$
$a_{II}\ (100) : m_{II}\ (110)$	$= 58\ 0$	$58\ 5$
$a_{III}(100) : m_{III}(110)$	$= 58\ 20$	$58\ 5$

Weniger complicirt, aber doch interressant wegen des Zusammenhanges ihres Habitus mit dem des bekannten nadelförmigen Aragonites, ist die nachfolgende Fig. 27. Dieselbe entspricht einem Zwillingskrystalle von Horschenz (W: K. H. M. C. 1857. XXV. 27), der circa $1^1/_2$ Zoll lang ist; seine Unterseite ist abgebrochen, und nur in der Construction symmetrisch ergänzt. An ihm kommen die Flächen *a, m, e, k* vor; und die zwei Individuen legen sich entsprechend der Combination Syst. I und links II aneinander [Vorkommen *C*]. Während sich nämlich bei den gewöhnlichen Horschenzer Zwillingen (des Vorkommen *A*) das Zwillingsindividuum an die rechte hintere Fläche m' $(1\bar{1}0)$ anlegt, so hat sich dasselbe hier bei dem Vorkommen *C* an die parallele aber vordere linke Fläche $'m$ $(\bar{1}10)$ angelagert. Gemessen habe ich

		Gerechnet
a_1 (100) : e_1 (10.0.1)	= 15°10′	15°31′
a_1 (100) : $'k_1$ $(\bar{2}01)$	= 125 30	125 47
a_1 (100) : a_{II} (100)	= 63 40	63 50
$'m'_1(\bar{1}\bar{1}0)$: $'m'_{II}(\bar{1}\bar{1}0)$	= 52 30	52 20

Diese beschriebene Zwillingscombination ist an den Horschenzer Aragoniten überaus selten zu beobachten, sie ist es jedoch, der die Mehrzahl der nadelförmigen Aragonite von Dognaczka, Werfen und wahrscheinlich auch von Kamsdorf ihren eigenthümlichen Habitus verdankt.

Von **Dognaczka** im Banate sind in den letzten Jahren ausgezeichnete Exemplare des Aragonits in den Handel gekommen (W: Baad. M. S. 1867). Es sind dieß Drusen mit gegen 1 Zoll langen und $1-1^1/_2$ Linien breiten Krystallen von nadelförmigem Habitus, welche licht rosenrothe Farbe, vollkommene Durchsichtigkeit und Ebenheit der Flächen besitzen. Sie sind eines der prachtvollsten Vorkommen des Aragonits und eine Zierde jeder Sammlung[1]) (W: K. H. M. C. 1868. II.).

Die lichtrothen Aragonite sitzen theils auf derbem weißen, theils auf verwittertem schmutziggrauen Kalke auf; sie scheinen der Mehrzahl nach von den sechs Flächen einer sehr steilen Pyramide mit dem dazu gehörenden Doma gebildet zu sein, in dem sie von der

[1]) Ich vermisse in Vivenot's: Beiträge zur mineralog. Topographie von Österreich und Ungarn (ein Nachtrag zu Zepharovich's Lexikon), Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt Wien. 1869. p. 397, ein Citat dieses Vorkommens.

Anwachsstelle bis zum Ende sehr schwach verjüngt zulaufen. An den größeren Krystallen habe ich das freie Ende nie entwickelt, sondern immer nur abgebrochen gesehen. Die Krystallform kann daher nur an den sehr kleinen weißen bis sehr lichtrosenrothen Krystallen erforscht werden, welche sich in den Zwischenräumen der größeren Individuen angesiedelt haben. Diese Krystallchen sind circa 6—12 Millimeter lang und nur 1 Millimeter dick, jedoch bis zu $^2/_3$ der ganzen Gestalt frei, und haben das obere freie Ende vollkommen schön — wenn auch nur durch minutiöse Flächen abgeschlossen — entwickelt.

Die Mehrzahl der von mir geprüften Krystalle zeigte sich als Juxtapositionzwillinge analog dem Vorkommen *B*, und *C* von Horschenz, seltener gleich dem Vorkommen *A*. Auch ist in Folge dieser Zwillingsbildung die Ableitung der Form der großen Krystalle von einem sehr steilen Doma und einer Pyramide in der Mehrzahl der Fälle fehlerhaft, indem meist nur die Prismenflächen und die zwei Domen der zwei Zwillingsindividuen die convergente scheinbar sechsflächige pyramidale Form hervorrufen[1]).

Die gewöhnlichste Form dieser Krystalle stellt die Fig. 28 dar, wo an das Individuum I sich das Individuum II in einer dem Systeme *l.* II entsprechenden Lage angefügt hat (W: K. H. M. C. Kr. S. 23). Die beiden Individuen sind symmetrisch entwickelt, ihr Untertheil jedoch abgebrochen und in der Figur nur schematisch ergänzt. An beiden Individuen kommen die beiden Flächen *a*, *m*, *k*, *x*, μ vor; die Flächen $'k$ $'k_2$ bilden auf der Rückseite einen entspringenden Winkel; zwei Prismen in symmetrischer Stellung sind sehr klein entwickelt; auf der Rückseite schließt sich die Figur nicht etwa durch eine steile Pyramide, sondern durch zwei große Prismenflächen ab.

Die Bestimmung des Zwillingsgesetzes basirt auf den Winkeln:

		Gerechnet
$a_I(100) : a_{II}(100)$	$= 63°40'$	$63°50'$
$a_I m'_1 = a_{II} m'_{II}$	$= 58$	$58\ 5$
$m'_1 {}'m'_I = m'_{II} {}'m'_{II}$	$= 64$	$63\ 50$
$'m'_{II}(\bar{1}\bar{1}0) : {}'m'_I(\bar{1}\bar{1}0)$	$= 52$	$52\ 20$

[1]) Ich glaube, daß auch Schmid bei der Untersuchung (Vergl. Pogg. Ann. vol. 126, p. 149, Fig. 13) der Kamsdorfer Nadelaragonite in manchen Fällen dies übersehen haben mag.

Die Indices der Domen folgen aus

		Gerechnet
$a_1(100):\mu(32.0.1)$	$= 5°10'$	$4°57\frac{1}{2}'$
$a_1(100):k(201)$	$= 54\ 20$	$54\ 13$
$a_1(100):x(101)$	$= 70\ 5$	$70\ 11$
$a_{II}(100):\mu_{II}(32.0.1)$	$= 4\ 40$	$4\ 57\frac{1}{2}$
$a_{II}(100):k_{II}(201)$	$= 54\ 10$	$54\ 13.$

Der Index der neuen Flächen μ schwankt, indem wegen des Reflexes des von innen gebrochenen Lichtes an dem wasserhellen Krystalle mit dem Reflexionsgoniometer nur schwierig sich genaue Bestimmungen erhalten ließen.

Nach diesem, dem Horschenzer Vorkommen *C* gleichen Gesetze sind die Mehrzahl dieser Aragonitnadeln gebildet; und die Abweichungen hievon sind überaus selten. Eine solche abnorme Zwillingsbildung stellt die Fig. 29 dar (W: K. H. M. C. Kr. S. 21). Dieser Krystall, 8 Millimeter lang und kaum 1 Millimeter breit, ist plattenförmig und zeigt nur an beiden Seiten schmale Zustumpfungsflächen; er ist übrigens nur am oberen Ende frei gewesen, wo aber beide Individuen ziemlich symmetrisch gebaut sind.

Wie aus den Messungen hervorging, ist der Krystall eine Combination zweier halb entwickelter Individuen, die sich entsprechend der Combination System I mit System links III verbunden haben.

Es ist

	Gerechnet
$a_1m_1 = a_1m' = \bar{a}_{III}m = \bar{a}_{III}'m_{III} = 58°$ circa	$58°\ 5'$
$'m_{III}'m_1' = 'm_1'm' = 64°$	$63\ 50.$

An diesem Krystalle treten nebst den Flächen *p*, *x*, *k* noch die neue steile Pyramide Θ (20. 20. 1) und das sehr steile Doma ρ (40. 0. 1) auf. Gemessen ward

		Gerechnet
$a_1\rho_1$	$= 3°50'$	$3°58'$
a_1k_1	$= 54\ 20$	$54\ 13$
a_1x_1	$= 70\ 5$	$70\ 11$
$a_{III}\rho_{III}$	$= 4\ 5$	$3\ 58$
$a_{III}k_{III}$	$= 54\ 0$	$54\ 13$
$m_1\Theta$	$= 4\ 0$	$4\ 12$
m_1p_1	$= 36\ 20$	$36\ 15$

Die nächste Figur der Tafel (Fig. 30) bringt schließlich die dritte Form der Dognaczka-Zwillinge, welche dem Horschenzer Vorkommen der Zwillinge mit eingeschobenen Lamellen ident ist, zur Anschauung. Es hat sich nämlich vom Individuum des Systems rII nur eine schmale Lamelle in die Mitte des Individiuums I eingelagert, so daß der Krystall erst bei näherer Ansicht als Zwillingskrystall erkannt wird. Der Krystall, dessen Flächen spiegelten, war circa 2 Millimeter groß (W: K. H. M. C. Kr. S. 20).

		Gerechnet
$kk' =$	71°15′	71°34
$k\eta =$	51 0	50 55
$a\eta =$	3 10	3 18
$\pi\pi' =$	176 32	176 30.

Aus diesen Messungen ergibt sich als Index des Doma $\eta = 48.\ 0.\ 1$ und der Pyramide $\pi = 48.\ 48.\ 1.$

Dieses steile Doma η (48. 0. 1) konnte ich überdies noch an einem zweiten Krystalle (W: K. H. M. C. Kr. S. 19) von Dognaczka beobachten, welcher ein einfacher, aber parallel der Krystallaxe a in die Länge gezogener Krystall war. An ihm (vgl. Fig. 31) beobachtete ich die Winkel:

	Gerechnet
$am =$ 58°15′	58° 5′
$mm' =$ 63 50	63 50
$kk' =$ 71 25	71 34
$k\eta =$ 51 0	50 55.

Ähnliche Krystalle wie vom letztbeschriebenen Fundorte und ebenfalls mit dem steilen Doma η (48. 0. 1) liefert auch der Fundort **Werfen** (W: K. H. M. C. 1827. XXVII. 74). Daselbst[1]) kommt[2]) der Aragonit in farblosen glänzenden, $^1/_2$ — 1 Zoll langen, 1—2 Linien breiten und sehr schmalen tafelähnlichen Krystallsäulen vor, die der Combination einer sehr steilen Pyramide gleichen. Die Krystalle

[1]) Schöfnitz bei Werfen hat analoge, doch weniger durchsichtige Nadeln (W: K. H. M. C. 1863. XXI. 2).

[2]) Ich finde dieses alte, salzburgische Vorkommen des Aragonits nicht in Zepharovich's Lexikon erwähnt.

sitzen drusenförmig in Höhlungen des ochrigen Brauneisensteins. Ein sehr kleiner Krystall (W: K. H. M. C. Kr. S. 18) bestand aus den Flächen a, m, k, x, η, p, wobei p in Folge Verziehung der Gestalt unregelmäßig entwickelt war. Der Krystall ist trotz dieser asymmetrischen Form (Fig. 32) kein Zwilling. Ich konnte die Winkel bestimmen:

		Gerechnet
$mm' =$	63°40′	63°50′
$m'm' =$	180	180
$xx' =$	40	39 38
$kk' =$	71 30	71 34
$k\eta =$	51 0	50 55
$mp =$	36 30	36 15.

Aus welchen Messungen sich ebenfalls mit Genauigkeit für η das Symbol (48. 0. 1) ableiten läßt.

Am Schlusse meiner Untersuchungen über die Zwillingskrystalle des Aragonits muß ich noch einige Formen von vielfachen Zwillingen hervorheben, bei welchen Juxtaposition und Penetration in mannigfacher Weise wechseln.

Dem bekannten Vorkommen von Herrengrund gehören die Figuren 33 und 34 an. Beide Formen, dem äußeren Ansehen nach ident, unterscheiden sich durch das seitliche Auftreten eines einspringenden (Fig. 33) oder eines ausspringenden Winkels (Fig. 34).

Die Fig. 33 besteht im Wesentlichen (W: K. H. M. C. 1847. VII. 6) aus dem Flächen a, m, k und an ihr sind die Systeme I, II, III (vgl. Fig. 22) zur vollflächigen Entwicklung als Penetrationszwilling gekommen. In Folge dessen erscheint zwischen den Flächen $m_{r.III}$ und $m_{r.II}$ ein einspringender Winkel von 11°30′.

Die Figur 34, welche neben den Flächen a, m, k, noch die Flächen n, s hat (W: K. H. M. C. 1844. II. 5) ist hingegen kein Penetrationszwilling, sondern vielmehr ein Juxtapositionszwilling, indem sich an der vorderen Hälfte des Individuums I die Systeme r II und l III; an der hinteren Hälfte von I hingegen die Individuen r III und l II angelagert haben. Dadurch entsteht ein ausspringender Winkel von 11°30′ zwischen m_{II} m_{III}.

Die circa 1 Zoll großen, weißen, mattglänzenden Aragonitkrystalle von **Leogang** scheinen im Wesentlichen ebenfalls Penetrations-

zwillinge der Systeme I, II, III zu sein, indem einspringende Winkel, wenn auch nur undeutlich, auf den Prismenflächen sichtbar sind. Nach meinen Beobachtungen (W: K. H. M. C. 1850, XIX. 1) treten an ihnen meist die Flächen *m*, *k*, *p* auf.

Nach außenhin sind die Krystalle auffallenderweise durch die Prismenflächen geschlossen, ohne daß Pyramiden auftreten, während nach der inneren Mitte der Säule zu (Fig. 35) die Krystalle durchwegs Vertiefungen haben, die durch die einspringenden Winkel der Pyramiden hervorgerufen werden.

Ähnliche Vertiefungen, wie die Leoganger Aragonite, zeigen auch die langsäulenförmigen grauweißen Krystalle von **Molina**, wobei sich aber diese Vertiefung oft auch röhrenförmig durch den ganzen Krystall durchzieht, wenn nämlich die Pyramiden nach innen zu nicht zum Durchschnitt kommen, sondern durch Prismenflächen abgestumpft werden. Die Prismenflächen bilden dann auch die innere Begrenzung dieses röhrenförmigen Hohlraumes. Meist sind diese Krystalle durch ringförmige Juxtaposition zahlreicher Individuen entstanden. Das Grundgesetz derselben ist eine Juxtaposition vom System *r* II, und *l* III an ein vollkommen entwickeltes Individuum I; wie dies die Fig. 36 (vgl. W: K. H. M. C. 1827. XXVII. 1638) zeigt.

Ich bemerke, daß diese Fig. 36 nach einem vollständigen Krystall entworfen ist, dessen oberes und unteres Ende vollständig und zwar vollkommen gleich entwickelt war. Da die meisten Aragonitkrystalle ein Ende verbrochen haben, so ist ein solcher vollkommen holoëdrischer Fall bemerkenswerth, indem er mit Sicherheit beweist, daß der Aragonit keinen hemimorphen Gegensatz zwischen seiner oberen und unteren Hälfte besitzt.

VII. Apatit von Jumilla.

Bereits in seinem Lehrbuche der Mineralogie hat Breithaupt aufmerksam gemacht, daß von der Natur nicht immer genau den theoretischen Gesetzen gemäß die Winkel der Krystalle gebildet werden, daß vielmehr ziemlich bedeutende Abweichungen hiervon sich beobachten lassen. Diesen nicht vollkommen präcisen Angaben gegenüber verhielten sich die Mineralogen ziemlich ungläubig und erst im Jahre 1859—1860 kam die Sache zur neuerlichen Besprechung, als Breithaupt versuchte, seine Angaben auch theoretisch zu ver-

In der Fig. 23 ist die Juxtaposition von sechs Zwillingsindividuen und zwar von drei rechten und drei linken Systemen durchgeführt. Die gesetzmäßige Bildung dieses rechtsliegenden Complexes erfolgt in der Weise, daß die Zwillingsaxe von

Ind. r II senkrecht ist auf $m_{\mathrm{I}}'(1\bar{1}0)$ von Ind. I,
„ r IV „ „ „ $m_{\mathrm{II}}(110)$ „ „ II,
„ r VI „ „ „ $m_{\mathrm{IV}}'(1\bar{1}0)$ „ „ IV,

hingegen ist für die vom Individium I linksliegende Zwillingscombination die Zwillingsaxe vom

Ind. l. III senkrecht auf $'m_{\mathrm{I}}'(\bar{1}\bar{1}0)$ von Ind. I,
„ l. V „ „ $'m_{\mathrm{III}}(\bar{1}10)$ „ „ III,
„ l VII „ „ $'m_{\mathrm{V}}'(\bar{1}\bar{1}0)$ „ „ V.

Die Winkelverhältnisse dieser Zwillinge lassen sich ebenfalls aus dieser bekannten Juxtaposition der einzelnen Individuen berechnen. Nimmt man für Aragonit das Verhältniß der horizontalen Axen

$$a : b = 1 \cdot 5896 : 1$$

an, so ergeben sich die nachfolgenden Werthe der wirklichen inneren Winkeln zwischen den Linien $a_1 \ldots a_7$ und $m_1 \ldots m_7$:

$$A\begin{cases} a_1 : a_{\mathrm{II}} = a_{\mathrm{I}} : a_{\mathrm{III}} = 63^\circ 50' \\ a_1 : a_{\mathrm{IV}} = a_1 : a_{\mathrm{V}} = 127\ 40 \\ a_1 : a_{\mathrm{VI}} = a_1 : a_{\mathrm{VII}} = 191\ 30 \end{cases}$$

$$B\begin{cases} a_1 : m_1 = a_1 : 'm_1 = 31^\circ 55' \\ a_1 : m_1' = a_1 : 'm_1' = 31\ 55 \\ a_1 : m_{\mathrm{II}} = a_1 : 'm_{\mathrm{II}} = 95\ 45 \\ a_1 : m_{\mathrm{IV}}' = a_1 : 'm_{\mathrm{V}}' = 159\ 35 \\ a_1 : m_{\mathrm{VI}} = a_1 : 'm_{\mathrm{VII}} = 223\ 25 \\ a_1 : 'm_{\mathrm{VI}} = a' : m_{\mathrm{VII}} = 339\ 35 \end{cases}$$

$$C\begin{cases} m_1 : m_{\mathrm{II}} = 'm_1 : 'm_{\mathrm{III}} = 127^\circ 40' \\ m_1 : {}^1m_{\mathrm{IV}}' = 'm_1 : {}^1m_{\mathrm{V}}' = 191\ 30 \\ m_1 : m_{\mathrm{VI}} = 'm_1 : 'm_{\mathrm{VII}} = 255\ 20 \\ m_1 : 'm_{\mathrm{VI}} = 'm_1 : m_{\mathrm{VII}} = 371\ 30 \end{cases}$$

Um die Normalwinkel zwischen den Flächen a (100) um m (110) aus diesen angegebenen wirklichen inneren Winkeln zu berechnen, darf man nur bemerken, daß der Normalwinkel

Flächen in der Mehrzahl (also bis auf 1 oder 2 Ausnahmen) vollkommen spiegelten. Solche Messungen bedingen nämlich eine absolute Ebenflächigkeit der Krystalloberfläche, da Abweichungen von 15—30″ hiervon bereits am Goniometer merkbar sind. Im Nachfolgenden gehe ich nun zur Angabe einiger meiner Messungsresultate über.

Krystall I. Derselbe ist allseits, vollkommen, und mit prismatischer Symmetrie ausgebildet (vgl. Fig. 37. — W: K. H. M. C. Kr. S. 32); die vorkommenden Flächen der sechsseitigen Grundpyramide $x_1 \ldots x_6$ oben und $\bar{x}_1 \ldots \bar{x}_6$ unten sind ausgezeichnet spiegelnd und liegen (mit Ausnahme von 4 und $\bar{3}$, welche unbedeutend verschoben sind) regelmäßig in den Zonen $x_2 x_5 \bar{x}_5 \bar{x}_2$ u. s. w. Die Prismenflächen stimmen hingegen nicht vollkommen zu den Pyramidenzonen und liegen fast 20′ außerhalb denselben. Auch sind die Flächen des Prisma theils unvollkommen ausgebildet, theils von einem fast Streifung verrathenden Habitus.

Nach den Angaben von G. Rose soll an den Apatiten von Jumilla der Winkel $x_1 x_4 = 80°26'$; $x_1 x_6 = 37°40'$ sein. Meine Messungen ergaben bei $t = 14°$ R.:

	Zahl der Einstellungen	Mittl. Abweich. der eins. Beob.
$x_1 x_4 = 80°24'17''$ $x_3 x_6 = 80\ 23\ 53$ $\bar{x}_1 \bar{x}_4 = 80\ 23\ 45$ $\bar{x}_3 \bar{x}_6 = 80\ 23\ 57$	26	11″
$x_2 x_5 = 80\ 23\ 2$ $\bar{x}_2 \bar{x}_5 = 80\ 23\ 9$	8	9
$x_1 x_6 = 37\ 38\ 25$ $\bar{x}_1 \bar{x}_6 = 37\ 38\ 30$	13	15
$x_1 x_2 = 37\ 39\ 30$ $x_2 x_3 = 37\ 39\ 45$ $x_5 x_6 = 37\ 39\ 15$ $\bar{x}_1 \bar{x}_2 = 37\ 39\ 35$ $\bar{x}_6 \bar{x}_5 = 37\ 39\ 15$ $\bar{x}_5 \bar{x}_4 = 37\ 39\ 45$	40	13

Auch die Winkel aller übrigen Flächen wurden gemessen; da aber der mittlere Fehler der einzelnen dieser Beobachtungen wegen

der theilweise schlechten Beschaffenheit der Flächen und Kanten fast $^1/_2'-1'$ erreichte, so führe ich dieselben nicht weiter an.

Krystall II. Derselbe besitzt mit dem früheren eine ziemlich analoge Form, ist jedoch auf der Unterseite abgebrochen. Die Pyramidenflächen x_1-x_6 sind vollkommen spiegelnd, während hingegen, wie beim ersten Krystall, so auch hier die Prismenflächen theils geflossen erscheinen, theils nicht in den Pyramidenzonen liegen. Ich theile die nachfolgenden Messungen (bei 13°R.) mit:

	Zahl der Einstellungen	Mittl. Abweich. der einz. Beob.
$x_1x_4 = 80°25'\ 5''$ $x_2x_6 = 80\ 23\ 45$	20	25''
$x_2x_5 = 80\ 21\ 45$	8	15
$x_1x_6 = 37\ 37\ 20$ $x_2x_4 = 37\ 38\ 5$	5	8
$x_1x_2 = 37\ 39\ 35$ $x_2x_3 = 37\ 40\ 15$ $x_4x_5 = 37\ 39\ 55$ $x_5x_6 = 37\ 39\ 30$	24	10

Krystall III. Dessen Unterseite ebenfalls abgebrochen; die Pyramidenflächen mit Ausnahme der Fläche x_5 vollkommen spiegelnd; die Prismenflächen theilweise gekrümmt und außer den Pyramidenzonen liegend. Gemessen wurde bei 15° R:

	Zahl der Einstellungen	Mittl. Abweich. der einz. Beob.
$x_1x_4 = 80°24'10''$ $x_2x_6 = 80\ 23\ 40$	6	10''
$x_2x_5 = 80\ 22\ 20$	4	8
$x_1x_2 = 37\ 39\ 45$ $x_5x_6 = 37\ 40\ 10$ $x_2x_3 = 37\ 40\ 20$	20	7

Geht man zur Discussion dieser Beobachtungen über, so ritt vor allem die Thatsache hervor, daß Differenzen von solcher Größe,

wie sie Breithaupt angibt, an gut ausgebildeten Krystallen nicht vorkommen. Die Störungen und Winkelschwankungen, welche an Krystallen mit glänzenden Flächen trotz der Schönheit der Flächen noch auftreten, erreichen durchschnittlich kaum 1 Minute, seltener 2 Minuten und bedürfen zu ihrer Sicherstellung absolut genauer Messungen.

An den von mir gemessenen Krystallen scheinen die Abweichungen der beobachteten Winkel von ihrem theoretischen mittleren Werthe einigermaßen mit der Verziehung der normalen hexagonalen Pyramide in Zusammenhang zu stehen. Auch die Krystalle 2 und 3 zeigen nämlich einen Habitus, der große Ähnlichkeit mit einer Combination der prismatischen Pyramide mit dem Doma 201 hat (vgl. Fig. 38). Den 4 Flächen der scheinbar prismatischen Pyramide entsprechen dann die Apatitflächen $x_1x_3x_4x_6$; während x_2x_5 dem prismatischen Doma entsprechen könnte. Nun ist auch dem entsprechend der Mittelwerth (an allen 3 Krystallen) für den Winkel

$$x_2x_5 = 80°22'30'',$$

hingegen für die Winkel der übrigen Flächen

$$x_1x_4 = x_3x_6 = 80°23'55''.$$

Dem gesagten entsprechend sind auch die Winkel

$$x_1x_2 = x_2x_3 = x_5x_4 = x_5x_6 = 37°39'42''$$

größer als die Winkel

$$x_1x_6 = x_4x_3 = 37°37'55''.$$

Diese Differenzen würden schließlich zu der Annahme eines prismatischen Grundprisma führen, dessen Winkel

$$(100)(110) = 60°0'45''$$

wäre.

Alles dies sind Differenzen von dem normalen hexagonalen Habitus, die bei der Methode des Mittelnehmens aus zahlreichen Krystallen verschwinden, indem höchst wahrscheinlicher Weise an anderen Krystallen Differenzen im entgegengesetzten Sinne auftreten u. s. w.

Ich selbst muß hier am Schlusse ausdrücklich anfügen, daß ich durchaus nicht beabsichtige auf Grund dieser Messungen den Apatit

etwa als prismatisch anzusprechen. Ich glaube aber dadurch gezeigt zu haben, das einerseits die etwa vorkommenden Abweichungen der Winkeln sehr gering sind, anderseits daß sie, analog der Form (vgl. auch Fig. 43, 44, 45) meist einen Übergang des hexagonalen Systems in das nächst symmetrische prismatische anbahnen und daß diesen Bedingungen nur durch die Beziehung der hexagonalen Gestalten auf das orthohexagonale System entsprochen werden kann.

Wie wenig ein solcher Übergang vom orthohexagonalen in das prismatische System zu bedeuten hat, erkennt man, wenn man aus den Messungen obiger drei Krystalle einerseits das orthohexagonale, anderseits das prismatische Axenverhältniß rechnet: Für das orthohexagonale System gilt als Mittel der Beobachtungen

$$(100)(110) = 60°$$
$$(001)(111) = 40°11'42'',$$

für das prismatische hingegen

$$(100)(110) = 60°\ 0'45''$$
$$(001)(201) = 40\ 11\ 15.$$

Hiernach erhielte man für den Apatit

das orthohexagonale Parameterverhältniß $a : b : c = 1 : 0{\cdot}57735 : 0{\cdot}42253$
„ prismatische „ $a : b : c = 1 : 0{\cdot}57707 : 0{\cdot}42234$,

deren Differenzen bedeutungslos sind

VIII. Flächentabelle des Apatits.

Der wichtigen Arbeit von Haidinger in „Isis 1824" verdanken wie die genaue Kenntniß der Flächen und Formen des Apatits. Seit dieser Zeit ist es nur Kokscharow und Strüver[1]) gelungen, die Zahl der bereits bekannten Flächen zu vermehren. Ich selbst habe, fünf neue, in der nachfolgenden Tabelle mit einem Sterne bezeichnete Flächen aufgefunden. Es sind nunmehr 23 Flächen bekannt, deren Symbole und Buchstaben ich im nachfolgenden nebeneinander stelle. Die Columne Schrauf enthält die orthohexagonalen Symbole und die von mir zur Bezeichnung der Flächen verwendeten Buchstaben;

[1]) Strüver, Atti Acad. Turin. Adunanza 29. Dicemb. 1867. Fig. 3.

mehrere der letzteren mußten neugewählt werden, da mehrmals zwei Flächen von den früheren Autoren einerlei Symbol erhielten; dann folgt die Bezeichnung bei Kokscharow, und zugleich die von ihm verwendeten Buchstaben. Die in seiner Rubrik in doppelten Klammern geschlossenen Ausdrücke beziehen sich auf ihm nicht bekannte Flächen. Die Columne Descloizeaux gibt die hexagonalen französischen Symbole, während die Columne Miller zweierlei Indices anführt; in der Abtheilung: Miller (x) sind die Indices auf die Kokscharow-Schrauf'sche Grundform (x Autoren) bezogen, während in der Abtheilung Miller-Strüver die Indices sich auf die, von Miller in seiner Mineralogie gewählte Grundform (die Fläche s der Autoren), welche Strüver beibehielt, beziehen.

Schrauf	$a'a$ {100, 110}	$b'b$ {010, 310}	c 001
Kokscharow	M $\infty a : a : a : \infty c$ ∞P	u $2'a : a : 2a : \infty c$ $\infty P2$	P $\infty a : \infty a : \infty a : c$ oP
Descloizeaux	m	h'	p
Miller (x)	{$2\bar{1}\bar{1}$}	{$10\bar{1}$}	$11\bar{1}$
Miller Strüver	a $01\bar{1}$	b $2\bar{1}1$	o 111

Schrauf	$\cdot\ \tau\tau'$ {116, 103}	$\cdot\ \sigma\sigma'$ {113, 203}	$r\,r'$ {112, 101}
Kokscharow	[— $a : a : \infty a : \frac{1}{6} c$ $\frac{1}{6}P$]	[— $a : a : \infty a : \frac{1}{3} c$ $\frac{1}{3}P$]	r $a : a : \infty a : \frac{1}{2}c$ $\frac{1}{2}P$
Descloizeaux	b^6	b^3	b^2
Miller (x)	{774, 855}	{441, 522}	{110, 411}
Miller Strüver	675	342	i 231

Schrauf	• $\varepsilon\varepsilon'$ {334, 302}	$x\,x'$ {111, 201}	$y\,y'$ {221, 401}
Kokscharow	— $a:a:\infty a:{}^3/_4\,c$ ${}^3/_4 P$	x $a:a:\infty a:c$ P	y $a:a:\infty a:2\,c$ $2P$
Descloizeaux	$b^{4}/_{3}$	b^{1}	$b^{1}/_{2}$
Miller (x)	{77$\bar{2}$, 10, 11}	{22$\bar{1}$, 100}	{11$\bar{1}$, 5$\bar{1}\bar{1}$}
Miller Strüver	471	x 120	Z 13$\bar{1}$

Schrauf	$a\alpha'$ {332, 301}	$z\varepsilon'$ {331, 601}	• $\pi\pi'$ {441, 801}
Kokscharow	a $a:a:\infty a:{}^2/_3\,c$ ${}^2/_3 P$	z $a:a:\infty a:3c$ $3P$	— $a:a:\infty a:4c$ $4P$
Descloizeaux	$b^{2}/_{3}$	$b^{1}/_{3}$	$b^{1}/_{4}$
Miller (x)	{55$\bar{4}$, 8$\bar{1}\bar{1}$}	{44$\bar{5}$, 7$\bar{2}\bar{2}$}	{55$\bar{7}$, 3$\bar{1}\bar{1}$}
Miller Strüver	{25$\bar{1}$}	{14$\bar{2}$}	15$\bar{3}$

Schrauf	• $\varphi'\varphi$ {013, 316}	$v'v$ {011, 312}	$s's$ {021, 311}
Kokscharow	— $2a:a:2a:{}^1/_2 c$ ${}^1/_2 P2$	v $2a:a:2a:c$ $P2$	s $2a:a:2a:2c$ $2P2$
Descloizeaux	a^{6}	a^{2}	a'
Miller (x)	23$\bar{1}$	25$\bar{1}$	14$\bar{2}$
Miller Strüver	{855, 477}	$e\,e'$ {011, 411}	$r\,r'$ {100, $\bar{1}22$}

Schrauf	$d'd$ {041, 621}	$'h\,h\,h'$ π {130, 210, 510}
Kokscharow	— $2a:a:2a:4c$ $4P2$	h $\frac{r}{l}1/3\{a:1/3\,a:1/2\,a:\infty c\}$ $\frac{r}{l}1/2\,\infty P^3/2$
Descloizeaux	$a^1/2$	h^3
Miller (x)	$17\bar{5}$	{$14\bar{5}$, $41\bar{5}$, $5\bar{1}\bar{4}$}
Miller Sträver	$s\,s'$ {$\bar{1}11$, $5\bar{1}\bar{1}$}	h $3\bar{1}\bar{2}$

Schrauf	$'k\,k\,k'$ π {350, 320, 910}	$m'm'm$ $\pi\pi$ {511, 421, 131}
Kokscharow	— $\frac{r}{l}1/2\{1/5\,a:a:1/4\,a:\infty c\}$ $\frac{r}{l}1/2\,\infty P^5/4$	m $\frac{r}{l}1/2\{a:1/2\,a:1/2\,a:c\}$ $\frac{r}{l}1/2\,3P^3/2$
Descloizeaux	h^4	$b'b^1/2h' = a_2$
Miller (x)	{$12\bar{3}$, $21\bar{3}$, $3\bar{1}\bar{2}$}	{$20\bar{1}$, $52\bar{4}$, $25\bar{4}$}
Miller	k $5\bar{1}\bar{4}$	$u\,u'$ {041, 232}

Schrauf	$n'\,n\,'n$ $\pi\pi$ {711, 531, 241}	$\rho'\rho'\rho$ $\pi\pi$ {911, 641, 351}
Kokscharow	n $\frac{r}{l}1/2\{a:1/4\,a:1/2\,a:c\}$ $\frac{r}{l}1/2\,4P^4/3$	— $\left[\frac{r}{l}1/2\,(1/5\,a:a:1/4\,a:c)\right]$ $\frac{r}{l}1/2\,5P^5/4$
Descloizeaux	$b'b^1/4h' = a_4$	$b'b^1/5h' = a_5$
Miller (x)	{$8\bar{1}\bar{4}$, $21\bar{2}$, $12\bar{3}$}	{$10.\bar{3}\bar{5}$, $7\bar{4}\bar{8}$, $4\bar{7}\bar{8}$}
Miller Sträver	$t\,t'$ {052, $34\bar{2}$}	{$\bar{4}52$, $02\bar{1}$}

Schrauf	$i\ i\ i$	$o\ o\ o$
	$= \{512.\ 211.\ 132\}$	$= \{712.\ 532.\ 121\}$
Koskcharow	—	o
	$\frac{r}{l}\ {}^1/_2\ \{{}^1/_3\ a : a : {}^1/_2\ a : {}^1/_2\ c\}$	$\frac{r}{l}\ {}^1/_2\ \{{}^1/_4\ a : a : {}^1/_3\ a : {}^1/_2\ c\}$
	$\frac{r}{l}\ {}^1/_2\ {}^2/_3 P^2/_2$	$\frac{r}{l}\ {}^1/_2\ 2P^4/_3$
Descloizeaux	$b\ b^1/_3 h^1/_2$	$b\ b^1/_4 h^1/_2$
Miller (x)	$\{71\bar{2},\ 21\bar{1}.\ 12\bar{1}\}$	$\{30\bar{1}.\ 74\bar{5}.\ 47\bar{5}\}$
Miller Strüver	$\{43\bar{1},\ 510\}$	$d\ d'$ $\{16\bar{1},\ 35\bar{2}\}$

Unter diesen Flächen ist nur die von Haidinger in der Isis 1824, Taf. VI, Fig. 16, p. 846, einmal angeführte Fläche k zweifelhaft, indem bereits in dessen Mineralogie, Edinburgh 1825, dieselbe als zurückgezogen erscheint.

IX. Apatit von Poloma, Ungarn.

Krystallisirter Apatit war bisher von keinem ungarischen Fundorte nachgewiesen, und weder Zepharovich's mineralog. Lexikon, noch dessen Ergänzung durch Vivenot[1]) erwähnen eines solchen. Wie ich aber schon in dem vorhergehenden §. IV, bei der Beschreibung der Handstücke des Axinits von Poloma gesagt habe, ist letzterer von schönen Krystallen des Apatits begleitet. Dieses Vorkommen ist somit das erste sicher constatirte Auftreten des Apatits in Ungarn. Gerade an diesem Fundorte mag aber auch der krystallisirte Apatit als secundäres Product aller jener phosphorhaltigen Verbindungen angesehen werden, welche auch das nordungarische Eisen durch Phosphor verunreinigen und zum großen Schaden der Production brüchig machen.

Die genetischen Verhältnisse des betreffenden Handstückes darf ich wegen meiner Besprechung desselben auf p. 25 als bekannt vor-

---

[1]) Vivenot, Beiträge zur mineralogischen Topographie von Österreich und Ungarn. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. Wien 1869. p. 595.

aussetzen, und ich will hier nur diejenigen Daten beifügen, die speciell den Apatit betreffen.

Die Apatitkrystalle als jüngste Generation sind auf einer Seite des Handstückes beiden Generationen des Axinits aufgelagert; sie sind von grauweißer Farbe, durchscheinend bis durchsichtig. Der größte Krystall ist circa $1^1/_2$ Linie breit bei einer Dicke von $^1/_2$ Linie, also von plattenförmigem Habitus, während die ganz kleinen Krystalle des Apatits eine mehr kugelförmige Gestalt von $^1/_2$ Linie Durchmesser haben. Der Habitus der Krystalle erinnert sowohl an die alpinen Vorkommisse des Apatits, als auch an den Habitus der Krystalle von Kiräbinsk bei Miask (Kokscharow Mater. III).

Ich habe mehrere Fragmente des Apatits von Poloma untersucht und werde zwei derselben näher charakterisiren.

Krystall I. Beobachtete Flächen *a*, *c*, *x*, *s*, *m*, Fig. 39. Das Fragment war kaum $^1/_2$ Linie groß, von mehr kugelförmigem Habitus; gemessen habe ich zum Behufe der Flächenbestimmung:

$$cx = 40°20'$$
$$am = 30\ 25$$
$$as = 44\ 15.$$

Krystall II. Beobachtete Flächen: *a*, *b*, *c*, *r*, *x*, *y*, *s*, *m*, *n*. (Fig. 40).

Ein plattenförmiger Krystall von kaum 1 Linie Breite und $^1/_3$ Linie Dicke, lichtgrau, durchscheinend mit ziemlich glänzenden Flächen:

	Ehrenfriedersdorf	Jumilla
	Gerechnet [1]	
$cr = 23°\ 0'$	$22°59'$	$22°55'$
$cx = 40\ 15$	$40\ 18$	$40\ 13$
$cy = 59\ 30$	$59\ 29$	$59\ 25$
$an = 22\ 40$	$22\ 41$	$22\ 43$
$am = 30\ 25$	$30\ 20$	$30\ 23$
$as = 44\ 15$	$44\ 17$	$44\ 20.$

Da die Flächen zu wenig spiegelnd waren, so sind die Winkelschwankungen ziemlich bedeutend gewesen, doch glaube ich, daß

[1] Kokscharow, Material. vol. II. p. 57.

[illegible]

X. Neue Flächen des Apatits.

Die in der Flächentabelle mit einem Sterne bezeichneten 6 neuen Flächen habe ich, und zwar die Flächen [illegible] an Krystallen vom Gotthard, die Fläche [illegible] an Krystallen von Schinchenwald, die Fläche [illegible] am Fraumilch von England aufgefunden.

a) Apatit vom Gotthard.

Der Habitus der Krystalle unsers Minerals vom Gotthard ist durch die Beschreibung von Haidinger, und die genetischen Verhältnisse dieses Fundortes durch Kenngott in dessen Mineralien der Schweiz, p. 351—361, bekannt gemacht worden. Ich werde daher nur an einzelnen Krystallen, als deren Fundort Monte Sella angegeben war, die zur Constatirung der neuen Flächen nöthigen Daten mittheilen, so wie jene Messungen, welche gestatten, über das Axenverhältniß des Gotthardes Apatits zu urtheilen.

Krystall I. Beobachtete Flächen: *a, b, c, r, x, y, z, v, s, m, n, ρ, o* (Fig. 41).

Der Krystall war nur zur Hälfte ausgebildet und diese noch durch ungleiche Größenentwicklung von der Fläche *x* verzogen:

		Gerechnet
cr =	22°50′	22°58′
* *cx* =	40 17	* 40 17
cy =	59 30	59 27
cπ =	73 30	73 34
cv =	36 10	36 16
cs =	55 45	55 44
aρ =	18 0	17 54
an =	22 50	22 42
am =	30 20	30 31
as =	44 20	44 18
os =	13 30	13 25

Der Rechnung wurde der sicher beobachtete Winkel $cx = 40°17'$ zu Grunde gelegt,

Krystall II. Beobachtete Flächen: *a*, *b*, *c*, *o*, *ε*, *x*, *y*, *v*, *s*, *m* (Fig. 42).

Der Krystall war nicht vollkommen symmetrisch ausgebildet, sondern prismatisch verzogen. Gemessen wurde in der

		Gerechnet
Zone $x_1 c x_4$		
$ay' =$	$30°30'$	$30°33'$
$ax' =$	49 42	49 43
$a\varepsilon' =$	56 32	56 $33\frac{1}{2}'$
$ao' =$	74 12	74 13
$co =$	15 46	15 47
$o\varepsilon =$	32 25	32 27
* $cx =$	40 17 30'	* 40 17
$cy =$	59 27	59 27
Zone $x_3 c x_6$		
$ax =$	$49°42\frac{1}{2}'$	49 43
$cx' =$	40 17	40 17
Zone $x_2 c x_5$		
$ax =$	49 43	49 43
$cx' =$	40 16	40 17

Da dieser Krystall allseits ausgebildet war, erlaubte er die 3, Zonen der Pyramiden mit der Endfläche zu messen. Die Winkel cx_1, x_3, x_4, x_6 sind fast vollkommen gleich, indem ihre Extreme zwischen $40°17'$ und $40°17\frac{1}{2}'$ schwanken.

Die geringe Abweichung von der vollkommenen hexagonalen Regelmäßigkeit, daß nämlich die Winkel in der Zone x_2, *c*, x_5 (vgl. §. VIII) um $\frac{1}{2}'$ kleiner sind, wie die homologen Winkel der beiden anderen Zonen, ist von keiner Bedeutung und zeigt nur, wie ich schon bei der Discussion der Messungen an den Krystallen von Jumilla sagte, daß etwa vorkommende Verzerrungen der Gestalt bei schönen Krystallen nie zu solchen Winkelschwankungen Veranlassung geben, wie dies Breithaupt angab, und daß höchstens eine Abweichung in das nächst symmetrische System vorkommt. Ebenso nähert sich auch der Habitus der Gotthardter Apatite in den meisten Fällen dem

eines prismatischen K
Beobachtungen
naturgetreuer V

Fig. 43 best
die Flächen r, x, y
den 6 Flächen der
pyramidaler Symmetri
einer prismatischen Krys
H. M. C. 1826. XLIX. 3).

An Fig. 44 wurden die
$s's$, $m'm'm$, v. Der Krystall (
eine Repetition und ist im Geg
der Axe a sondern vielmehr p
daher auch die Flächen $r'x'$ doma

b.) Apatit von Schlackenw

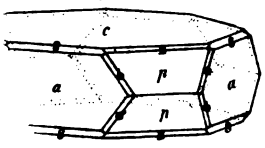
Die Fläche r (013) habe ich
wald aufgefunden, welche sich durch
Habitus auszeichnen. Während die Mel
bekannten Apatitkrystalle ähnlich denjeni
Ehrenfriedersdorf stammen, eine theils kur
mige Gestalt haben, so sind hingegen die
plattenförmig und haben bei einer durchs
3 Linien kaum eine Linie Höhe. Sie sind durch
sichtig, von lauchgrüner Farbe; ihre Flächen
nicht eben, sondern theils fein rissig, theils etwas
geflossen. Dieser Apatit (W: K. H. M. C. 1856. X
einem an Quarz sehr reichen Glimmerschiefer, der a
fläche neben und über den Apatit eine noch jüngere G
wurmförmig zusammengehäuften Glimmerblättchen mit kl
Quarzkryställchen trägt.

Eine besondere Merkwürdigkeit der Krystalle dieses
welche ich weder an Krystallen anderer Anbrüche aber d

---

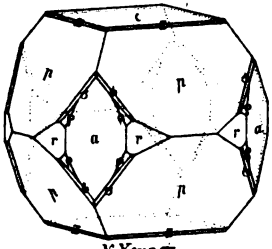
[1]) Analog diesem Krystalle sind auch die bekannten großen Krystalle von Sn
parallel b verzogen. Fig. 45 zeigt die Projection eines prächtigen Kryst
(W: K. H. M. C. 1857. XVI. 2), der aus den Flächen ccx besteht und mehrfac
Repetitionen in verschiedenen Horizonten (getrennt durch dickere Striche in d
Zeichnung) hat.

Fig. 1.



Seisseralpe

Fig. 2.



N. Yersey

Fig. 3.

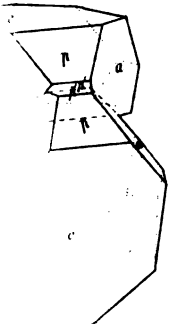
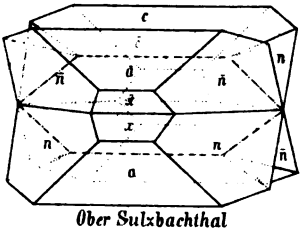
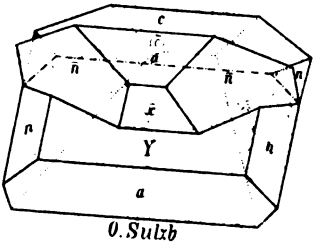


Fig. 4.



Ober Sulzbachthal

Fig. 6.



O. Sulzb

Fig 8

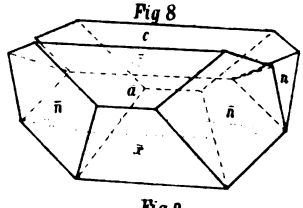
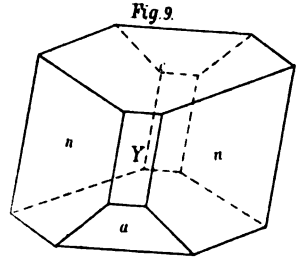


Fig. 9.



tie
dies
Fläche
nen von
Von
die neue F.

$cr =$
$cx =$
$cy =$
$cz =$
$cs =$
$cm =$

sind wegen [illegible]
scheinen [illegible]
Winkel und Zu[illegible]
gehalt des Apatits [illegible]

c.) F[illegible]

Die [illegible]
$\tau = 116$. [illegible]
Franko[illegible]
mide [illegible]
Endfläche [illegible]

Aus der [illegible] Staatsdruckerei in Wien

eines prismatischen Krystalles. Aus der Menge von mir gemachten Beobachtungen führe ich nur einige Fälle an, deren Projectionen in naturgetreuer Verzerrung gezeichnet sind.

Fig. 43 besteht aus den Flächen a, c, r, x, y, s, von diesen sind die Flächen r, x, y pyramidal, x', y' domatisch entwickelt; und statt den 6 Flächen der holoëdrischen Form s kommen nur Flächen mit pyramidaler Symmetrie vor. Der Krystall erscheint somit parallel einer prismatischen Krystallaxe a in die Länge gezogen (vgl. W: K. H. M. C. 1826. XLIX. 3).

An Fig. 44 wurden die Flächen beobachtet a', a, b, c, $r.x$, $r'.x'$, $s's$, $m'm'm$, v. Der Krystall (W: K. H. M. C. 1867. XV. 14) zeigt links eine Repetition und ist im Gegensatze zu den früheren nicht parallel der Axe a sondern vielmehr parallel der Krystallaxe b verlängert, daher auch die Flächen $r'x'$ domatisch in die Länge gezogen sind[1]).

b.) Apatit von Schlackenwald.

Die Fläche τ (013) habe ich an Apatitkrystallen von Schlakenwald aufgefunden, welche sich durch einen ganz eigenthümlichen Habitus auszeichnen. Während die Mehrzahl der von Schlackenwald bekannten Apatitkrystalle ähnlich denjenigen, die vom benachbarten Ehrenfriedersdorf stammen, eine theils kurze, theils länger säulenförmige Gestalt haben, so sind hingegen die vorliegenden Apatite flach plattenförmig und haben bei einer durchschnittlichen Breite von 3 Linien kaum eine Linie Höhe. Sie sind durchscheinend bis durchsichtig, von lauchgrüner Farbe; ihre Flächen glänzen, sind aber nicht eben, sondern theils fein rissig, theils etwas gekrümmt und wie geflossen. Dieser Apatit (W: K. H. M. C. 1856. XXIV. 1) sitzt auf einem an Quarz sehr reichen Glimmerschiefer, der auf seiner Oberfläche neben und über den Apatit eine noch jüngere Generation von wurmförmig zusammengehäuften Glimmerblättchen mit kleinen gelben Quarzkryställchen trägt.

Eine besondere Merkwürdigkeit der Krystalle dieses Fundortes, welche ich weder an Krystallen anderer Anbrüche aber desselben

---

[1]) Analog diesem Krystalle sind auch die bekannten großen Krystalle von Snarum parallel b verzogen. Fig. 45 zeigt die Projection eines prächtigen Krystalls (W: K. H. M. C. 1857. XVI. 2), der aus den Flächen acx besteht und mehrfache Repetitionen in verschiedenen Horizonten (getrennt durch dickere Striche in der Zeichnung) hat.

Fundortes, noch aber auch an Krystallen anderer Fundorte auffinden konnte, sind zwei vertiefte Rinnen, welche auf den Flächen y aller dieser Krystalle wahrnehmbar sind.

Während alle übrigen Pyramidenflächen glatt sind und keine Spur einer Repetition der Flächen erkennen lassen, zeigen sich gerade die Pyramidenflächen y zur Repetition geneigt.

Diese Wiederholung besteht darin (vgl. Fig. 46), daß auf y das Prisma a, dann die Endfläche c und hierauf wieder y folgt. Merkwürdigerweise tritt an allen Krystallen dieses Vorkommens diese Repetition y, a, c, y nicht etwa nur einmal auf, sondern in allen Octanten ohne Ausnahme wiederholt sie sich zweimal, wobei der einspringende Winkel so klein entwickelt ist, daß eben nur ein vertiefter Streif auf den y-Flächen diese zu erkennen gibt. Daß übrigens dieser einspringende Winkel wirklich durch die oben erwähnten Flächen gebildet wird, erkennt man daraus, daß diese zwei Repetitionen von a gleichzeitig mit der großen Prismenfläche a einspiegeln.

Von den Krystallen dieses Fundortes wurde derjenige, welcher die neue Fläche $\varphi = 013$ zeigte, gemessen. Die erhaltenen Winkel

	(Ehrenfriedersdorf) Gerechnet
$cr = 23°$	$22°95'$
$cx = 40\ 20'$	$40\ 18$
$cy = 59\ 25$	$59\ 29$
$c\varphi = 13\ 30$	$13\ 45\frac{1}{2}'$
$cs = 55\ 45$	$55\ 46$
$am = 30\ 30$	$30\ 20$

sind wegen der Krümmung der Flächen nicht absolut sicher; doch scheinen sie (vgl. G. Rose's Untersuchungen über Beziehungen von Winkel und Zusammensetzung des Apatits) auf einen großen Fluorgehalt des Apatits hinzuweisen.

c.) Frankolith.

Die letzte der von mir als neu aufgefundenen Flächen, nämlich $\tau = 116$, wurde von mir an kleinen Krystallen des unter dem Namen Frankoliths bekannten englischen Apatits bestimmt. Da diese Pyramide sehr flach ist, so glaubt man mit freiem Auge nur eine gekrümmte Endfläche vor sich zu haben.

Die Krystalle, deren Äußeres sehr an die Vorkommnisse des Staffelits erinnert, waren sehr klein, kaum $^1/_2$ Linie groß, weiß, durchscheinend, mit stark gekrümmten Flächen und saßen auf Quarz auf. Ihr genauer Fundort ist Jowey Consols mine, St. Blagey in Cornwall.

Die Krystalle sind übrigens entweder Zwillinge oder mehrfache Repetitionen, indem mit Deutlichkeit in der Mitte der Endfläche eine durch die allseits convergenten Pyramidenflächen (vgl. Fig. 48) entstehende Vertiefung wahrgenommen wird, während gerade an den äußeren Enden der Prismenkanten die Spitze der vollflächigen Pyramide τ eine Erhöhung bildet. Dieser letztere Winkel ist

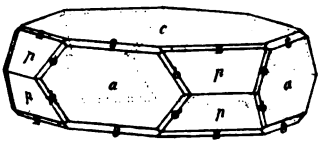
$$a\tau = 84\,^1/_2{}^\circ \qquad \text{gerechnet } 84^\circ 27' \text{ Jumilla.}$$

Auf den Prismenflächen lassen sich mehrfach scharf einspringende Winkel (circa 60°) und Repetitionen der Prismenflächen wahrnehmen. Da der Winkel des hexagonalen Prisma aber 60° ist, so würde selbst durch die Annahme einer Zwillingsbildung (die Drehungsaxe senkrecht auf einer Prismenfläche) kein anderes Resultat erzielt werden, als durch die Annahme einer bloßen Wiederholung. Im vorliegenden Falle, wo keine Nebenflächen, sondern nur eine holoëdrische Hauptgestalt beobachtet ist, liefern beide Annahmen gleiche Resultate.

INHALT.

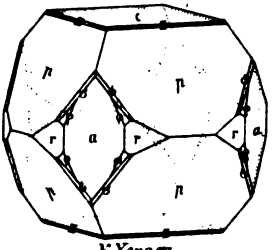
	Seite
I. Apophyllitzwilling von Grönland	699
II. Sphenzwillinge vom Obersulzbachthale	704
III. Axinit und Sphen	712
IV. Axinit mit Apatit und Gold von Poloma, Ungarn	720
V. Axinit vom Onega-See und von den Pyrenäen	729
VI. Zwillingskrystalle des Aragonits	734
VII. Apatit von Jumilla	745
VIII. Flächentabelle des Apatits	750
IX. Apatit von Poloma, Ungarn	754
X. Neue Flächen des Apatits	756

Fig. 1.



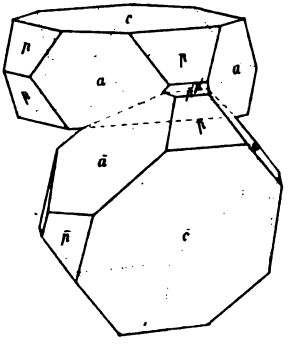
Seisseralpe

Fig. 2.



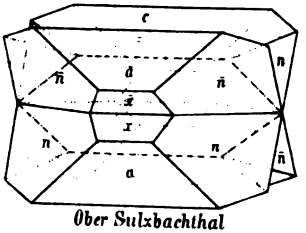
N. Yersey

Fig. 3.



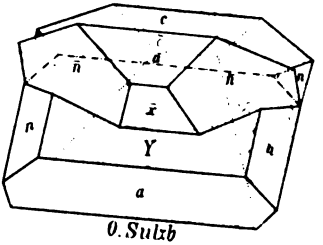
Grönland

Fig. 4.



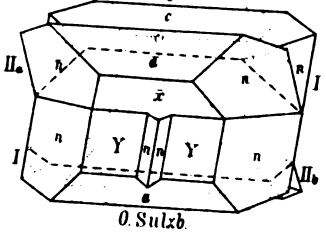
Ober Sulzbachthal

Fig. 6.



O. Sulzb.

Fig. 5



O. Sulzb.

Fig. 8

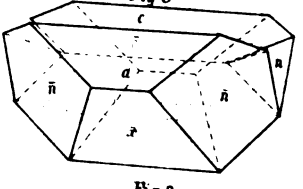


Fig. 7.

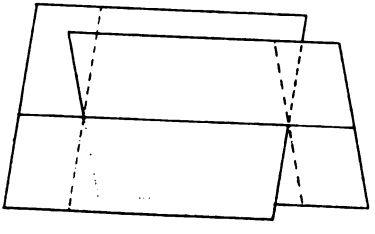
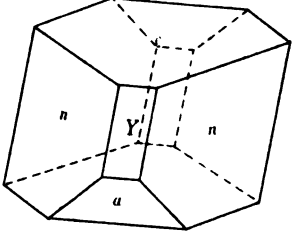


Fig. 9



Scanned

Fig. 10.

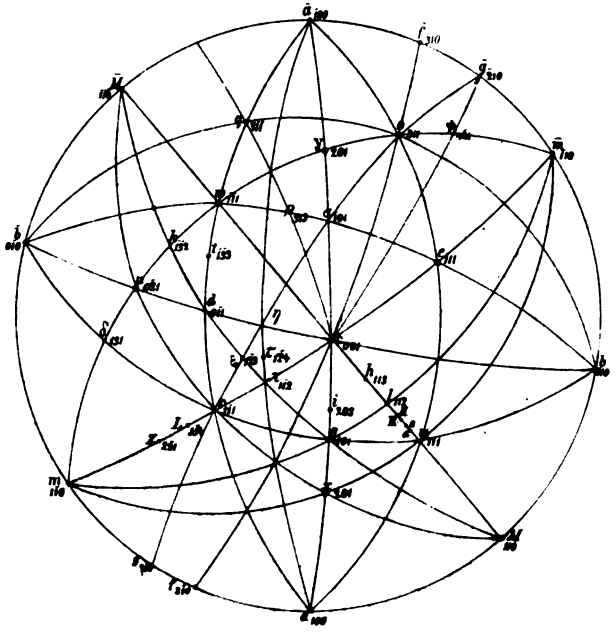
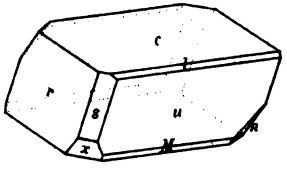
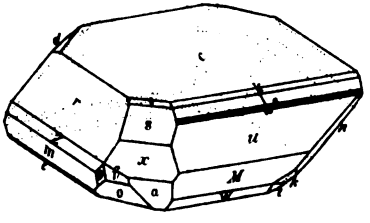


Fig. 11.



Baveno. Oisans.

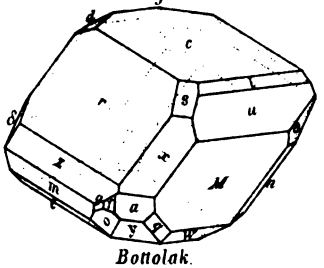
Fig. 12.



Oisans.

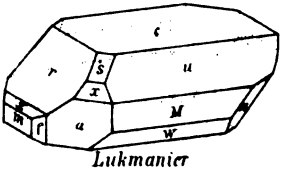
Digitized by Google

Fig. 13.



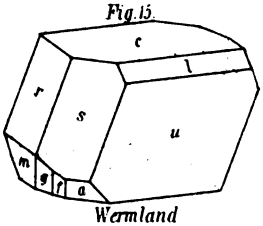
Bottolak.

Fig. 14.



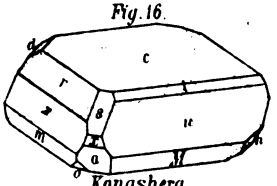
Lukmanier

Fig. 15.



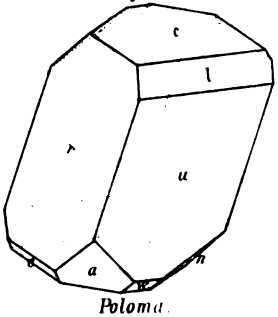
Wermland

Fig. 16.



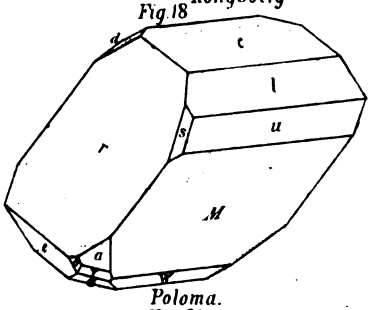
Kongsberg

Fig. 17.



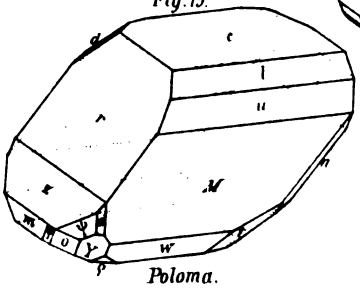
Poloma.

Fig. 18



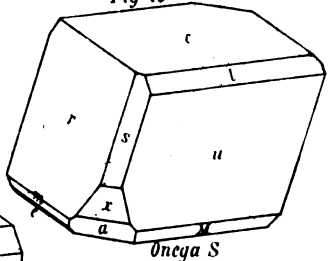
Poloma.

Fig. 19.



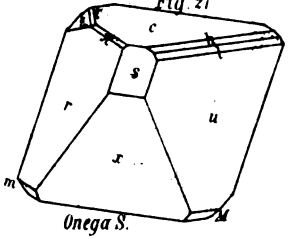
Poloma.

Fig. 20



Onega S

Fig. 21



Onega S.

Digitized by Google

Fig. 22.

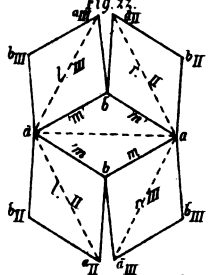


Fig. 23.

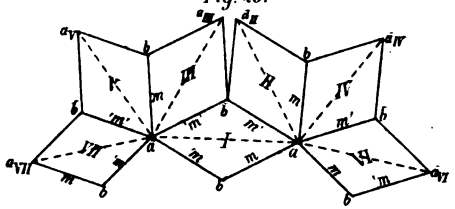
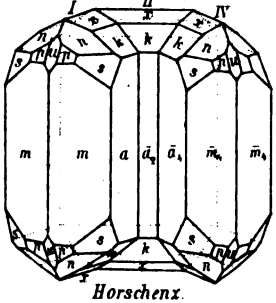
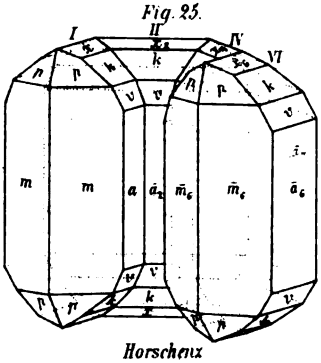


Fig. 24.



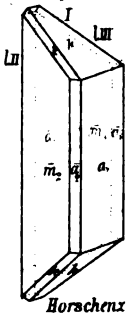
Horschenz.

Fig. 25.



Horschenz

Fig. 26.



Horschenz

Fig. 27.

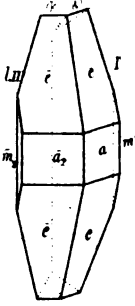
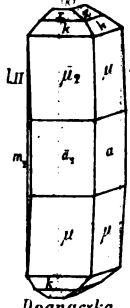
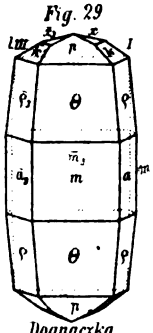


Fig. 28.



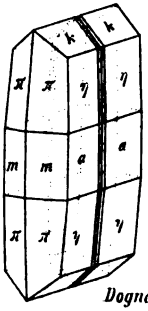
Dognaczka

Fig. 29.



Dognaczka

Fig. 30.



Dognatzka

Fig. 31.

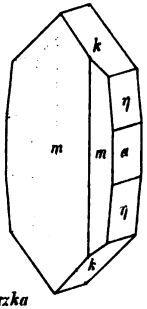
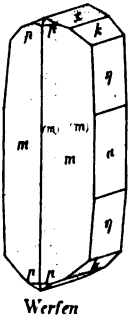
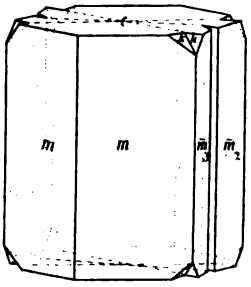


Fig. 32.



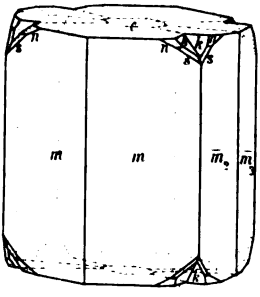
Werfen

Fig. 33.



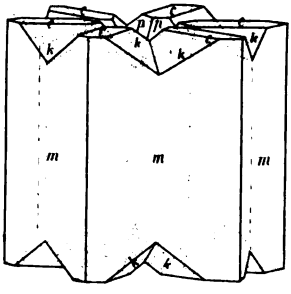
Herrengrund

Fig. 34



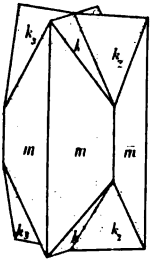
Herrengrund

Fig. 35.



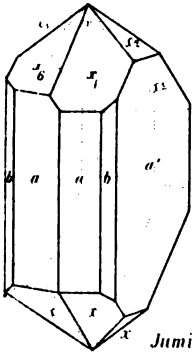
Leogang

Fig. 36.



Molina

Fig. 37.



Jumilla

Fig. 38.

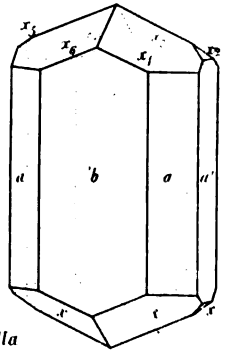
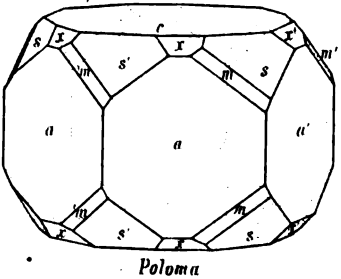


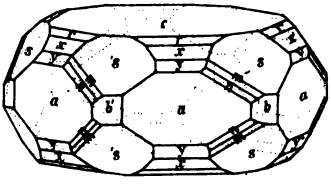
Fig. 39.



Poloma

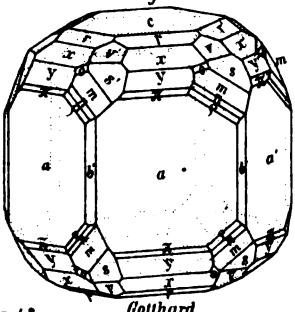
Stanford University Libraries

Fig. 40.



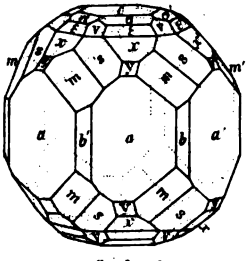
Poloma

Fig. 41.



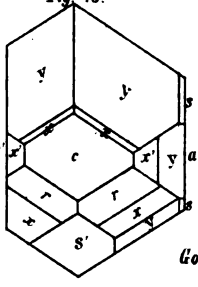
Gotthard

Fig. 42.



Gotthard

Fig. 43.



Gotthard

Fig. 44.

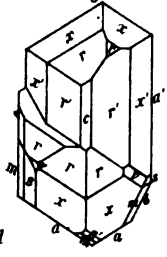
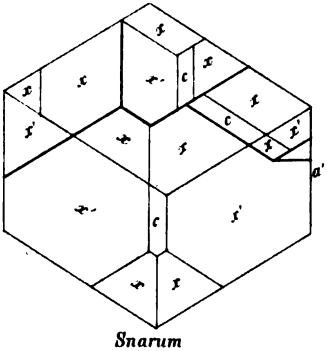
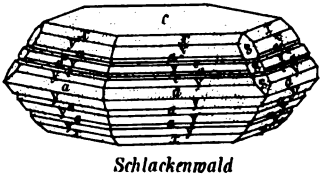


Fig. 45.



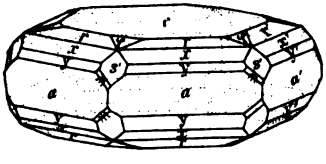
Snarum

Fig. 46.



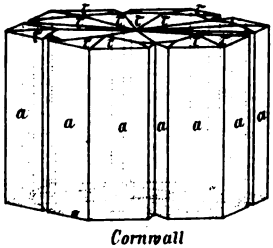
Schlackenwald

Fig. 47.



Schlackenwald

Fig. 48.



Cornwall

Schrauf construxit. Aus der k.k. Hof- u. Staatsdruckerei in Wien.

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. LXII. Bd. II. Abth. 1870.

Digitized by Google

XXVI. SITZUNG VOM 17. NOVEMBER 1870.

Das k. k. Handelsministerium zeigt, mit Note vom 8. November l. J. an, daß der Beginn der zu Neapel abzuhaltenden, internationalen maritimen Ausstellung jüngst wieder auf den 1. April 1871 (statt 1. December d. J.) festgesetzt wurde.

Herr Dr. L. J. Fitzinger in Pest übersendet folgende zwei Abhandlungen: I. „Kritische Durchsicht der Ordnung der Flatterthiere oder Handflügler *(Chiroptera.)* Familie der Fledermäuse *(Vespertiliones.)* VI. Abtheilung." II. „Revision der Ordnung der Halbaffen oder Äffer *(Hemipitheci.)* I. Abtheilung: Familie der Maki's *(Lemures.)*"

Das w. M. Herr Prof. Dr. Ferd. Ritter v. Hochstetter überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Über den inneren Bau der Vulkane und über Miniatur-Vulkane aus Schwefel."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Adams, W., American Interoceanic Ship Canals. New York, 1870; 8°.

Beobachtungen, Meteorologische, angestellt in Dorpat im Jahre 1869. III. Jahrgang. Dorpat, 1870; 4°.

Blake, William P., Geographical Notes upon Russian America and the Stickeen River etc. Washington, 1868; 8°.

Cowdin, Elliot C., Report to the Department of State on Silk and Silk Manufactures. Washington, 1868; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXXI. Jahrg. Nr. 36. Wien, 1870; 8°.

Helsingfors, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1869/70. 4° & 8°.

Hitchcock, C. H, First Annual Report upon the Geology and Mineralogy of the State of New Hampshire. Manchester, 1869; 8°.

Honors, Legislative, to the Memory of President Lincoln. Albany, 1865; 8°.

Johnson, Edwin F., Railroad to the Pacific. Northern Route. Its General Character, Relative Merits etc. New York, 1854; 8°.

Landbote, Der steirische. 3. Jahrg., Nr. 23. Graz, 1870; 4°.

Lotos. XX. Jahrgang. October 1870. Prag; 8°.

Mayrhofer, Carl Albert, Aëronautisch-telegrafische Kriegs-Observations-Equipage. Wien; Folio.

Nature. Nr. 54, Vol. III. London, 1870; 4°.

Report, Annual, of the State Geologist of New Jersey for 1869. Trenton, 1870; 8°.

— V^th^, VIIth & X^th^ Annual, of the Trustees of the Cooper Union for the Advancement of Science and Art. New York, 1864, 1866 & 1869; 8°.

— on Interoceanic Canals and Railroads between the Atlantic and Pacific Oceans. Washington, 1867; 8°.

Societas Entomologica Rossica: Horae. Tomus VII, Nr. 2 & 3; T. VIII, Nr. 1; Supplément au VI. Vol. Petropoli, 1869 & 1870; 8°. — Iroudy, (faisant suite aux deux premiers fascicules des *Horae.)* T. III, Nr. 1—4; T. IV, Nr. 1 & 2; T. V. St. Pétersbourg, 1865—1870; 8°. (Russisch.) — Exploration scientifique du gouvernement de St. Pétersbourg par les membres de la Société Entom. de Russie. Vol. I. St. Pétersbourg, 1864; gr. 8°. (Russisch.) — Du polymorphisme des organes reproductifs des champignons *Pyrénomycetes.* Par M. Woronive. St. Pétersbourg, 1866; 8°. (Russisch.)

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal. Part I, Nr. 1. 1870; Part II, Nr. 1. 1870. Calcutta; 8°. — Proceedings. Nr. III—IV. March, April 1870. Calcutta; 8°.

Swinburne, John, Compound and comminuted Gun-Shot Fractures of the Thigh, and Means for their Transpartations, etc. Albany, 1864; 8°.

Tehuantepec Railway, its Location, Features and Advantages under the La Sere Grant of 1869. New York; 8°.

Verrill, A. E., Notes on the Radiata in the Museum of Yale College. New Haven, 1868; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 53. Wien, 1870; 4°.

Zeitschrift für Chemie von Beilstein, Fittig & Hübner. XIII. Jahrgang. N. F. VI. Band, 16. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

Über Brust- und Kopfstimme.

Von Dr. **Ludwig Mandl**, in Paris.

(Vorgelegt in der Sitzung am 20. October 1870.)

Man weiß, daß die Stimme verschiedene Gammen, Tonleiter bildet, welche von den tiefen zu den hohen Tönen gehen. Die verschiedenen Gefühle, welche der Kehlkopf bei der Bildung dieser Töne empfindet, hat seit lange voraussetzen lassen, daß ein eigenthümlicher Mechanismus in jeder Reihe der aufeinander folgenden und homogenen Töne, welche man Register nennt, vorherrsche. Man unterscheidet zwei, drei und selbst vier Register. Diejenigen, welche allgemein angenommen sind, sind der Register der Bruststimme und jener der Kopf- oder Falsettstimme. Die anderen Register, in deren Benennung eine höchst unwissenschaftliche Verworrenheit herrscht, sind die sogenannte gemischte Stimme, *voix mixte*, und das Medium.

Ich werde nun, um die Bildung und unterscheidenden Merkmale dieser verschiedenen Register kennen zu lernen, fürs Erste die laryngoskopischen Resultate auseinandersetzen, welche ich durch vielfache an Sängern angestellte Beobachtungen erhalten; und schließlich den Mechanismus durch die anatomischen Verhältnisse zu erklären suchen.

A. Laryngoskopische Beobachtungen.

I. Unterer Register oder Bruststimme.

Wenn man die Stimmritze betrachtet in dem Augenblicke, in welchem ein tieferer, seiner Tonalität nach der gewöhnlichen Sprache eines erwachsenen Mannes ähnlicher Laut, Bruststimme genannt, hervorgebracht wird, so sieht man, daß die Stimmritze in ihrer ganzen Länge geöffnet und ihrer ganzen Länge nach Schwingungen zeigt.

Je nachdem der Ton steigt oder fällt sehen wir die Gestalt der Stimmritze, die Spannung und die Durchmesser der Stimmlippen (Stimmbänder), die Ausbreitung der Vibrationen und die Gestalt des Vorhofs sich ändern.

a) In den tiefsten Tönen, die man mit dem Laryngoskop beobachten kann, stellt die Stimmritze ein sehr verlängertes Ellipsoid vor; nach vorne und rückwärts endet sie mit einer Spitze und ist am breitesten ungefähr in der Mitte ihrer ligamentosen Abtheilung; die Spitze der *Apophysis vocalis*, nur durch den gelblichen Fleck angedeutet, ist in der Schleimhautsfalte versteckt.

So wie der Ton sich nach und nach erhebt in der Gamme, nähern sich die Stimmlippen, die Spitzen der *Apophysis vocalis* springen vor und zeigen, von Ton zu Ton, immer deutlicher die beiden Abtheilungen der Stimmritze an. In den allerhöchsten Tönen der Bruststimme ist die Stimmritze fast linienförmig; die Spitzen der Vocalfortsätze der Arytänoidknorpel berühren sich; der knorplige Theil, die sogenannte *glottis respiratoria* jedoch ist nie geschlossen, sondern stellt ein kleines, schmales Dreieck vor, mit nach vorne gerichteter Spitze.

b) Mit der Höhe des Tons werden die Stimmlippen immer mehr und mehr gespannt, durch die Contraction des *muscul. crico-thyroïdaeus;* in Folge dieser Spannung werden die Ränder dünner, die Lippen selbst länger. Durch die Contraction des *musc. thyr.-arytaenoïdaeus int.* werden die Stimmlippen dicker und springen mehr hervor. Die Richtung der Stimmlippen kann horizontal oder nach vorn oder nach rückwärts geneigt sein; es ist unmöglich selbe wegen der veränderlichen Stellung des Kehlkopfs und des Kehlkopfspiegels genau zu bestimmen; sie hat übrigens durchaus keinen Einfluß auf die Höhe des Tones.

Die Arytänoïd-Knorpel nähern sich immer mehr und mehr; die santorinischen Knorpel drücken sich aneinander an.

c) Die Schwingungen sind deutlich in der ganzen Länge und Breite der Stimmlippen; besonders leicht zu sehen und am weitesten in der Mitte der *glottis ligamentosa*; weniger stark in der knorpligen Abtheilung. Aber hier, so wie an allen andern Stellen, können sie von Jedermann leicht gesehen werden, wenn sich zufällig kleine Schleimklümpchen auf den Lippen vorfinden; man wird selbe, selbst in den höchsten Tönen der Bruststimme, in der *glottis respiratoria* schwingen sehen.

d) Wir können also die Bruststimme beschreiben, als eine Reihe von Tönen, in der Stimmritze erzeugt, wenn selbe ihrer ganzen Länge nach offen steht. Ich nenne die, durch diesen Mechanismus hervorge-

brachte Reihe von Tönen, den untern Register. Der von den Sängern geschaffene Name Bruststimme, falsch, wenn damit gemeint wäre, daß er sich in der Brust, im Gegensatz von Andern im Kopf sich bildenden Tönen, erzeuge, beruht auf die, in der Brust empfundenen Resonnanzen-Schwingungen, deren wissenschaftliche Erklärung ich mir für eine andere Arbeit vorbehalte.

II. Oberer Register oder Kopf- oder Falsetstimme.

Wird ein hoher Ton gegeben, der beim erwachsenen Manne mehr oder weniger dem eines Schreies ähnlich ist, so sieht man die Stimmritze bloß in der ligamentösen Abtheilung offen und schwingend; die ganze knorplige Abtheilung ist stets geschlossen.

a) Die Stimmritze ist am breitesten in der Mitte des offen stehenden ligamentösen Theiles; sie wird mit der Höhe des Tones immer schmäler; ist jedoch in den tiefsten Tönen dieses Registers breiter als in den höchsten der Bruststimme. Die Länge der Stimmritze vermindert sich nicht mit der Höhe.

b) Die Spannung, die Verlängerung und die Verdickung der Stimmlippen geschieht, mit der Erhebung des Tones, nach denselben Gesetzen als im untern Register.

Die obern Taschenbänder sind stark gespannt, um so mehr als der Ton steigt; sie legen sich immer mehr und mehr an die untern an; der Eingang der Morgagnischen Taschen wird enger und verwischt sich zum Theil; die untern Stimmlippen, durch die obern zum Theil bedeckt, scheinen schmäler geworden zu sein.

c) Die Schwingungen sind bedeutend schneller als in der Bruststimme. In den tiefern Tönen sieht man selbe sich über die ganze Länge des ligamentösen Theiles der Stimmritze sich erstrecken; aber, so wie nach und nach der Ton steigt, legen sich die obern Bänder an das vordere und das hintere Ende der unteren Stimmlippe an, so daß letztere nur noch in der Mitte schwingen kann. Da überdieß die freie Oberfläche der Stimmlippe durch das darauf angeschmigte obere Taschenband der Breite nach bedeutend vermindert ist, so hat man gesagt, daß in der Kopfstimme die Ränder der Stimmlippen allein schwingen. (Müller, Garcia, Battaille.)

Wenn sich Schleimklümpchen auf den Stimmbändern befinden, so bleiben selbe ruhig auf der Knorpelabtheilung; in den höchsten

Tönen schwingen selbe nur mit den Stimmbändern, wenn sie auf selben in der Mitte gelagert sind; befinden sie sich am vordern oder hintern Ende der offenen ligamentösen Abtheilung, so werden sie von der hindurch streichenden Luft weggejagt oder bleiben ruhig am Rande der Lippe kleben.

d) Die Kopfstimme, welche man auch Falsetstimme nennt, besteht also aus einer Reihe von Tönen, in der Stimmritze erzeugt, wenn selbe bloß in ihren ligamentösen Theile offen bleibt. Ich nenne diese Reihe von Tönen den obern Register.

III. Gemischter Register. *Voix mixte.*

Eine gewisse Anzahl von Tönen kann sowohl in der Brust- als in der Kopfstimme gesungen werden. Es sind dieß die höchsten des unteren und die niedersten des oberen Registers. Beide Register können also nicht betrachtet werden wie zwei Tönereihen, die sich mit ihren gegenseitigen Enden berühren, sondern es sind zwei Reihen, von denen der Anfang der Einen über dem Ende der andern liegt.

Diese Töne, welche durch ihre Tonhöhe beiden Reihen gemeinschaftlich sind, bilden meiner Ansicht nach, jenes Register, welches man die gemischte Stimme nennt; sie wird nicht durch eine besondere Disposition der Stimmlippen erzeugt, sondern erhält eigenthümliche Charaktere durch Veränderung der Stärke und des Klanges. Wenn zum Beispiel der Künstler die Reihe dieser Töne mit der Bruststimme geben will, das heißt mit einer solchen Disposition, daß die Stimmritze der ganzen Länge nach offen bleibt, so wird in den höchsten Tönen die Stimmritze außerordentlich enge, die Stimmlippen sehr gespannt und die Töne werden schreiend, und höchst unangenehm. Man vermindert alsdann die Stärke, besonders wenn die Künstler Bäße oder Baryton sind. Deßhalb halten viele Künstler den gemischten Register für nichts Anderes als für eine verminderte Bruststimme.

Erzeugt man aber dieselben Töne mit der Disposition, welche der Kopfstimme eigen ist, das heißt mit einer bloß im ligamentösen Theile offenen Stimmritze, so verändert man den Klang und nennt speciell die so hervorgebrachten Töne gemischte Stimme. Ich muß übrigens bemerken, daß zwischen den Musikern in der Benennung der verschiedenen Register eine ziemlich starke Verwirrung herrscht.

Für die Einen ist Kopf- und Falsetstimme identisch; in Frank
wird von manchen die beiden Registern angehörige Reihe
das ist die gemischte Stimme, Falsettstimme genannt.
aber von vielen Autoren Kopfstimme, und so weit

IV. Medium.

Man nennt Medium die gemischte Stimme, mit den
gelegenen höhern oder tieferen Tönen; manchmal aber begre
darunter bloß die Reihe der beiden Registern gemeinschaftlic
Töne.

B. Anatomische Bemerkungen.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient der Mechanismus, durch welchen der knorplige Theil der Stimmritze geschlossen wird.

Bekanntlich sind die Arytänoïdknorpel auf dem Ringknorpel beweglich vermittelst der, auf letzterem befindlichen, schief aufsteigenden Gelenksfläche, welche beim erwachsenen Manne ungefähr 7 Millim. lang und 4 Millim. breit ist. Zwei Hauptbewegungen des Arytänoïdknorpels sind auf dieser Fläche möglich, nämlich die Seitenbewegung und die Medianbewegung. Erstere vollzieht sich um die verticale Axe des Arytänoïdknorpels, in verschiedenen Richtungen, nämlich in horizontaler, senkrechter oder von vorn nach rückwärts gehender. Gewöhnlich combiniren sich diese drei Bewegungen: wenn z. B. die Spitzen der Stimmfortsätze nach innen sich bewegen, so können sie zugleich nach vorn und unten gezogen werden.

Diese um die verticale Axe stattfindende Bewegung wird durch den *musc. crico-arytaenoïdaeus posticus* ausgeführt. So lange die Gießkannenknorpel sich auf dem untersten und folglich vordersten Theile der Gelenkfläche befinden, wird durch die Thätigkeit der *musc. crico-arytaenoïdaeus posticus* die Knorpelglottis erweitert und, sobald diese Muskeln erschlaffen oder sobald ihre Contraction durch die überwiegende der antagonistischen *musc. crico-arytaenoïdaei later.* annulirt ist, verengert. Diese Verengerung, wie selbe in den höhern Tönen der Bruststimme stattfindet, kann jedoch nie bis zur Verschließung der Knorpelglottis gelangen, weil beide Arytänoïdknorpel durch den ganzen oberen Theil der Gelenksfläche und der zwischen beiden befindliche Rand des Ringknorpels von einander getrennt sind.

Wenn aber eine Verschließung der Knorpelglottis stattfinden soll, so kann diese nur durch Berührung der inneren Flächen der Gießbeckenknorpel zu Stande kommen und diese kann sich nur realisiren, wenn besagte Knorpel ihre Stellung am untern, vordern Theil der Gelenkflächen verlassen und auf den obern, hintern Theil dieser Flächen gelangt sind. Diese Bewegung, welche ich Medianbewegung nenne, erfolgt durch die Contraction der queren und gekreuzten Fasern des Arytänoïdmuskels. Vielfältige physiologische Versuche haben dieses Resultat der Contraction dieser Muskeln nachgewiesen; der Einwand, den man gegen die Richtigkeit dieser Experimente, gestützt auf die weite Entfernung der Arytänoïdknorpel gemacht, wird durch die Bemerkung der von uns zuerst beschriebenen Medianbewegung vollständig widerlegt. Es ist kaum nothwendig hinzuzusetzen, daß, sobald die Medianbewegung zu Ende ist, die um die verticale Axe sich wieder einstellt.

Die Kopfstimme unterscheidet sich also wesentlich von der Bruststimme durch die Thätigkeit des *musculus arytaenoïdeus*. Durch die Verschließung und die dadurch bedingte Verkürzung der Stimmlippen werden viel leichter höhere Töne erzeugt, als durch die ausserordentliche Spannung der Stimmlippen in Folge der auf's Höchste getriebenen Contraction der *musculi crico-arytaen. lateralis*. Daher die von den Sängern verspürte Erleichterung, wenn er die hohen Brusttöne gegen die tiefen Falsettöne umtauscht. Aber dieses Übergehen aus einem Register ins Andere erfordert die große Übung, daß die Contractionen der seitlichen *crico-arytaen.* Muskeln und der Arytänoïdmuskeln sich gegenseitig ersetzen müssen, ohne daß der Hörer dieser Substitution gewahr wird; sobald der Übergang bemerkt wird, so existirt, wie man zu sagen pflegt, ein Loch in der Stimme.

Die bei Kindern und Frauen viel geringeren Dimensionen der Gelenkflächen, welche die Beweglichkeit der Arytänoïdknorpel auf dem Ringknorpel erlauben, erklären die Leichtigkeit mit welchen diese Personen in der Kopfstimme sprechen und singen.

Die Stellung des Kehlkopfs am Halse hat keinen Einfluß auf die Tonalität. Man kann sich hiervon leicht durch folgendes Experiment überzeugen. Wenn man, während man einen Vocal singt, die untere Kinnlade herabsenkt und die Zunge zurückzieht, so kann man nach Belieben desto tiefere oder desto höhere Töne geben, mit dem tief-

gestellten Kehlkopf, je mehr man den Kiefer senkt und die Zunge zurückzieht. Dasselbe gelingt, wenn man die untere Kinnlade nach vorne und die Zunge bis oder über die Zähne schiebt mit dem emporgestiegenen Kehlkopf. Dieser kann aber auch, während der Gamme, ruhig im Mittelpunkte des Halses stehen bleiben. Die Länge der Luftröhre (Windrohrs) hat also keinen Einfluß auf die Höhe des Tons; wohl aber wird die Klangfarbe durch diese verschiedenen Gestaltungen der Mundhöhle modificirt.

Vielleicht wird es mir gegönnt sein die Anwendungen dieser Beobachtungen auf die Flüsterstimme und pathologische Veränderungen der Stimme in einer andern Arbeit der Akademie vorzulegen.

Über den inneren Bau der Vulkane und über Miniatur-Vulkane aus Schwefel;

ein Versuch, vulkanische Eruptionen und vulkanische Kegelbildung im Kleinen nachzuahmen.

Von Prof. Dr. **Ferd. v. Hochstetter,**

(Mit 3 Holzschnitten.)

Es ist bekannt, welche wichtige Rolle der Wasserdampf bei den Eruptionen der Vulkane spielt. Wasserdämpfe sind es, welche die Lava im Kraterschlund heben, Wasserdämpfe werden von den Lavaströmen noch ausgehaucht, lange nachdem sie schon zu fließen aufgehört haben, oft in solcher Menge, daß sie zu kleinen secundären Eruptionen auf den Lavaströmen selbst Veranlassung geben. Von eingeschlossenen Wasserdämpfen rührt auch die blasige Structur der Lava her, wenn sie unter geringem Druck erstarrt. Alle diese Thatsachen beweisen, daß in den unterirdischen Herden der vulkanischen Thätigkeit die Gesteinsmassen nicht in einem Zustande von trockener Schmelzung, wie geschmolzenes Metall, sich befinden, sondern in einem Zustande wässeriger Schmelzung unter hohem Druck überhitzter Wasserdämpfe.

Die neueren Ansichten über den Vulkanismus der Erde, wie sie von Hopkins und Poulett Scrope und in ähnlicher Weise auch von Sterry Hunt entwickelt worden sind, supponiren daher zwischen einem festen wasserfreien Erdkerne und der festen äußeren Erdkruste eine Zwischenlagerung von mit Wasser imprägnirten Gesteinsmassen, die sich im Zustande wässeriger Schmelzung befinden, sei es in der Form isolirter Reservoire oder in der Form einer continuirlichen Schichte. Die Tiefenlage dieser Schichte, in welcher der Sitz der vulkanischen Thätigkeit zu suchen ist, entspricht nach diesen Ansichten der Tiefe, bis zu welcher das Wasser von der Oberfläche der Erde einzudringen vermag.

In Bezug auf die Bildung der vulkanischen Kegelberge und ihrer Ringgebirge hat die ältere Erhebungs-Theorie Leopold von Buch's längst der neueren Aufschüttungs-Theorie und der Ansicht, daß die ringförmigen vulkanischen Gebirge durch Einsenkungen, durch Einsturz früher gebildeter Kegel entstanden sind, weichen müssen.

Man kann sich nun die Aufgabe stellen, diese Ansichten über den Vulkanismus und die vulkanische Kegelbildung experimentell zu bestätigen, und die vulkanischen Processe im Kleinen nachzuahmen. Alle Versuche, wirkliche Lava in wässrigem Schmelzfluß, wie ihn die Natur bietet, durch künstliche Schmelzung von Gesteinsmateriale darzustellen, müssen an dem hohen Schmelzpunkt der Lava und dem ungeheuren Druck, der zu ihrer Schmelzung in Wasser nothwendig wäre, scheitern. Es handelt sich also darum, eine Masse zu finden, die bei niedrigerer Temperatur, unter verhältnißmäßig niedrigem Druck im Wasser schmelzbar ist, und dabei die Eigenschaft besitzt, im geschmolzenen Zustand in ähnlicher Weise Wasser in sich aufzunehmen oder zu binden, wie die Lava, und dieses Wasser erst dann wieder in Dampfform nach und nach frei werden zu lassen, wenn die Masse erstarrt. Gelingt es, eine solche Masse zu finden, so wird sich auch der vulkanische Proceß in seinen Haupterscheinungen im Kleinen nachahmen lassen.

Der Zufall hat mir gezeigt, daß Schwefel alle zu jenem Zwecke nothwendigen Eigenschaften besitzt. Bei einem kürzlichen Besuche der „ersten österreichischen Soda-Fabrik" in Hruschau bei Mährisch-Ostrau, machte mich Herr Dr. Victor v. Miller darauf aufmerksam, daß bei dem Schwefel, welcher aus den Sodarückständen wieder gewonnen wird, nachdem derselbe in geschmolzenem Zustande aus dem Dampf-Schmelzapparate abgelassen worden ist, während der Erstarrung desselben auf der Oberfläche oft kleine vulkanähnliche Kegelformen sich bilden.

Dies gab mir Veranlassung, die Sache näher zu untersuchen und den Proceß der Bildung dieser Kegelformen zu beobachten. Ich überzeugte mich alsbald, daß dabei Erscheinungen auftreten, die im Kleinen vollkommen analog sind den Vorgängen bei vulkanischen Eruptionen im Großen, und daß es bei einiger Nachhilfe möglich sein müsse, die hübschesten Miniatur-Vulkane aus Schwefel vor den Augen des Beobachters entstehen zu lassen.

Der Vorgang bei der Schwefelgewinnung und die Erscheinungen bei der Erstarrung des Schwefels sind nämlich in Kürze folgende:

Der aus den Sodarückständen, welche im Wesentlichen aus einfach Schwefelcalcium bestehen, in der Form eines unreinen mit Gyps gemengten Pulvers gewonnene Schwefel wird, um ihn von dem beigemengten Gyps zu reinigen, in einem Dampfschmelzapparate in Wasser unter einem Dampfdruck von 2—3 Atmosphären und einer dieser Dampfspannung entsprechenden Temperatur von 128° Cels. geschmolzen. Der Gyps bleibt im Wasser theils gelöst, theils suspendirt, und der geschmolzene Schwefel wird von Zeit zu Zeit unter Druck in hölzerne Tröge abgelassen. Die Temperatur des aus dem Schmelzapparat ausfließenden Schwefels beträgt circa 122° C. Die Tröge oder die Holzformen, in welche der Schwefel ausgegossen wird, sind 23 Zoll tief, 15 Zoll breit und 23 Zoll lang; sie fassen ungefähr 1½ Ctr. Schwefel. Gleich nach dem Ausguß, zum Theil schon während desselben, bildet sich an der Oberfläche in Folge der Abkühlung eine feste Schwefelkruste. In dieser Kruste bleiben jedoch in der Regel an mehreren Punkten kleinere oder größere Stellen offen, in welchen der Schwefel eine Zeit lang ziemlich stark kochend aufwallt. Sobald diese Öffnungen bei fortschreitender Erstarrung des Schwefels kleiner werden, beginnen förmliche Eruptionen durch die offen gebliebenen Stellen.

Es zeigt sich nämlich, daß der geschmolzene Schwefel in dem Schmelzapparat eine gewisse Menge Wasser in sich aufgenommen und förmlich gebunden hat, und daß dieses so gebundene Wasser nur ganz allmälig in der Form von Dampf wieder frei wird, wie es scheint in demselben Maße, als der Schwefel aus dem flüssigen Zustande in den festen übergeht. Dieser aus der geschmolzenen Schwefelmasse sich nach und nach entwickelnde Wasserdampf, dem auch ein wenig Schwefelwasserstoffgas beigemengt ist, ist die Ursache der Eruptionen, die in periodischen Intervallen von einer halben bis zu zwei Minuten stattfinden. Dabei werden Theile der geschmolzenen Schwefelmasse durch die Öffnung emporgepreßt und breiten sich auf der oberen Schwefelkruste deckenförmig aus, bis sie erstarren. Durch die fortdauernden Eruptionen wird nach und nach ein immer mehr sich erhöhender Kegel gebildet. Wie der Kegel wächst, gestaltet sich der Ausflußcanal mehr und mehr zu einem kleinen Krater, die Eruptionen werden lebhafter, mehr explo-

sionsartig, und der geschmolzene Schwefel fließt in förmlichen Strömen, wie Lavaströme, an den Abhängen des gebildeten Kegels herab, dabei bilden sich auf den Schwefelströmen Canäle wie die Schlackencanäle der Lavaströme, und es finden kleine secundäre Eruptionen auf den Schwefelströmen statt, indem denselben noch während der Erstarrung kleine Dampfblasen entweichen. Unmittelbar nach einer Eruption ist der Krater vollständig leer, und man kann beobachten, wie der geschmolzene Schwefel allmälig im Krater wieder steigt, endlich den Gipfel erreicht und mit einer plötzlichen stärkeren Dampfentwicklung, die sich durch eine kleine Dampfwolke bemerkbar macht, ausgestoßen wird. Gegen das Ende des Processes wird der Schwefel auch in flüssigen Tropfen, die in größerer oder geringerer Entfernung vom Krater, vulkanischen Bomben ähnlich, niederfallen, ausgeworfen. Der Eruptionsproceß dauert, wenn man in der oberen Schwefelkruste nur eine Öffnung offen gelassen hat, 1 bis $1^1/_2$ Stunden, und endet, wenn man ihn nicht unterbricht, damit, daß der Krater, nachdem sich ein Kegel von $1-1^1/_2$ Fuß Durchmesser an der Basis und $2-3^1/_2$ Zoll Höhe gebildet hat, durch erstarrenden Schwefel schließt. Während der ganzen Dauer der Eruptionen bleibt die Temperatur der geschmolzenen Schwefelmasse unter der äußeren Kruste constant auf 116° Celsius, und die Erstarrung des Schwefels geht so langsam vor sich, daß noch nach mehreren Stunden ein Theil des Schwefels im Innern der Form in flüssigem Zustande ist.

Die auf diese Art durch einen dem vulkanischen Eruptionsproceß völlig analogen Eruptionsvorgang gebildeten Schwefelkegel sind wahre Modelle vulkanischer Kegelbildung, welche die Aufschüttungstheorie in der vollständigsten Weise illustriren. Man erhält sie in der vollkommensten Weise, wenn man dem natürlichen Vorgange künstlich etwas nachhilft. Die erste Kruste, welche sich theilweise schon während des Ausflusses des Schwefels aus dem Apparate bildet, ist uneben und rauh und in Folge dessen sind die Öffnungen, welche bleiben, sehr unregelmäßig. Man thut deßhalb gut, die erste Kruste vollständig zu entfernen, und eine neue ebene Kruste sich bilden zu lassen. Die Öffnungen, welche sich gewöhnlich in der Nähe des Randes der Holzform von selbst bilden, kann man leicht durch Abkühlung schließen, und dann in die Mitte der Holzform eine künstliche Öffnung machen, damit die Eruptionen durch

diese stattfinden und der Kegel sich nach allen Richtungen gleichmäßig ausbilden kann. Bemalt man die Kruste gleich zu Anfang z. B. mit grüner Farbe, so hebt sich dann der durch Eruption gebildete Kegel um so deutlicher von seiner Basis ab.

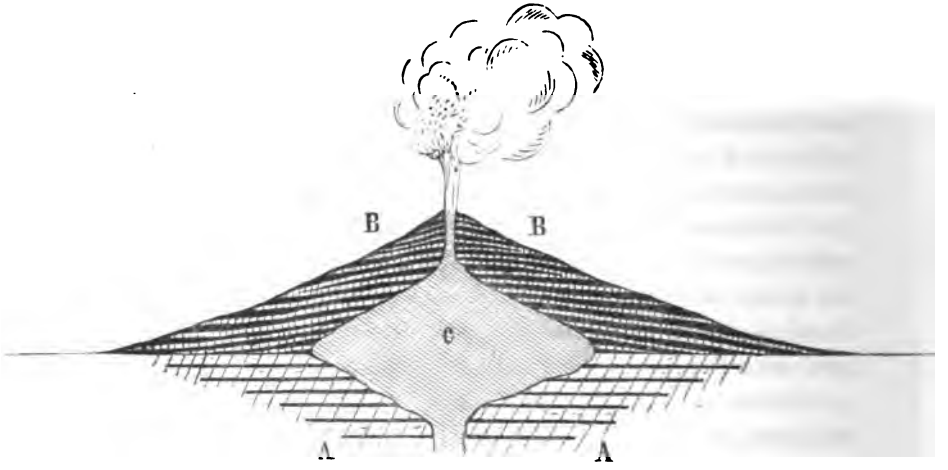
Die Aschen- und Lapilli-Auswürfe der Vulkane, deren Material die Lavaströme überdeckt und zur Bildung der Tuff- und Aschenschichten zwischen den Lavaströmen Veranlassung gibt, kann man dadurch nachahmen, daß man von Zeit zu Zeit durch ein feines Gittersieb den Schwefelkegel mit Farbstaub überstreut. Die Farbe bleibt auf den frisch ausgeflossenen Schwefelströmen, so lange sie noch warm und nicht vollständig erhärtet sind, haften, auf den älteren gänzlich erstarrten aber nicht, so daß es auf diese Weise möglich wird, die periodisch nach einander erfolgenden Schwefelergüsse auch durch verschiedene Farben zu charakterisiren, und so den Aufbau des Kegels durch periodische Ausbrüche an dem Modell anschaulicher zu machen.

Bei diesen Versuchen hat sich ferner noch eine andere Thatsache ergeben, welche einen Rückschluß erlaubt auf ähnliche Verhältnisse bei wirklichen Vulkanen. Ich habe früher erwähnt, daß, wenn man den Eruptionsproceß nicht unterbricht, sich der Krater des auf diese Weise gebildeten Kegels allmälig von selbst schließt. Ein solcher Kegel besteht, wie man sich durch Zerschlagen desselben nach vollständiger Erkältung der Masse überzeugen kann, aus einer fast compacten körnigen Schwefelmasse, auf deren Querbruch man die einzelnen Schwefelströme, aus welchen er sich gebildet hat, kaum mehr erkennen kann. Man kann aber den Proceß auch unterbrechen. Öffnet man nämlich am Rande der Holzform in der Schwefelkruste ein anderes Loch, so hören die Eruptionen durch den Krater augenblicklich auf und der in das Innere des Kegels aus der Tiefe emporgepreßte geschmolzene Schwefel sinkt zurück. Untersucht man dann einen solchen Kegel, so findet man, daß er inwendig hohl ist, man findet die Innenseite mit spiessigen durchsichtigen monoklinen Schwefelkrystallen besetzt, die bei vollständiger Erkaltung der Masse in Folge der Paramorphose in rhombischen Schwefel trübe werden. Es ist also klar, daß während der Dauer der Eruptionen im Inneren des Kegels ein Theil des durch die früheren Eruptionen zu Tage geförderten und bereits erstarrt gewesenen Materiales, und zwar der der Eruptionsöffnung zunächst liegende Theil mit einem Theile der zuerst gebildeten Kruste wieder umgeschmolzen worden ist, so daß der

äußere Kegel nur eine Hohlform oder einen Mantel darstellt, der sich kurz vor einer Eruption durch die von unten emporgepreßte flüssige Masse füllt, nach der Eruption aber in Folge des Zurücksinkens der geschmolzenen Masse wieder leert.

Ich meine nun, ganz ähnlich müsse sich die Sache auch bei wirklichen Vulkanen verhalten, und würde demgemäß den Durchschnitt eines thätigen Vulkans in folgender Weise zeichnen:

Fig. 1.

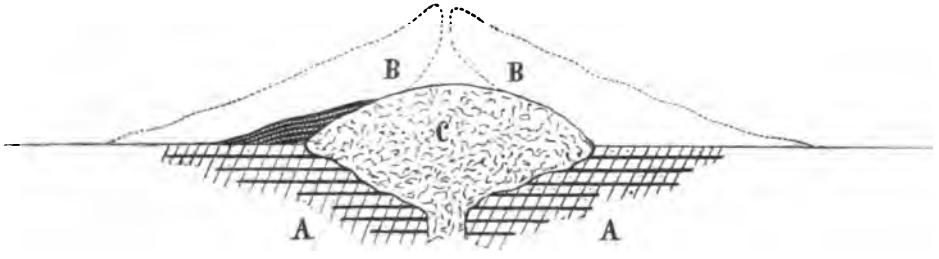


A das durchbrochene Grundgebirge, *B* der aus ausgeflossenem un ausgeworfenem Materiale allmälig in Schichten aufgebaute kegelförmige Mantel des Vulkans, das vulkanische Gerüste, *C* der innere Hohlraum des Vulkans oder der Lavaraum, welcher sich periodisch mit flüssiger Lava füllt, und sich seitwärts durch Wiederumschmelzung bereits erstarrter Lavamassen entsprechend dem Wachsthum des Vulkanes erweitert.

Bei einer solchen inneren Structur der vulkanischen Kegelberge erklärt sich auch die Möglichkeit seitlicher Ausbrüche von selbst, die nach der gewöhnlichen Vorstellung bei einem von oben nach unten trichterförmig sich verengenden Schlund kaum denkbar wären. Ebenso leicht lassen sich nach unserer Vorstellung die beiden in ihrer äußeren Form so ganz entgegengesetzten Grundtypen, in welchen erloschene Vulkane oder „Vulkan-Ruinen“ vorkommen, erklären, ich meine die „Dom-Vulkane“ nach der Bezeichnung Herrn v. Seebach's und die vulkanischen Ringgebirge oder die Kesselkrater, die „Erhebungskrater“ nach der älteren Anschauung.

Wie es nach dem oben Gesagten bei den Schwefeleruptionen der Fall ist, so sind auch bei Vulkanen am Schlusse der Eruptionen zwei Fälle denkbar. Erstens, der Krater des Vulkans schließt sich allmälig, der Druck von unten reicht noch hin den inneren kegelförmigen Hohlraum des Vulkans mit feurig flüssiger Gesteinsmasse zu erfüllen, ohne daß aber ein Durchbruch durch den Krater oder durch die Seitenwände stattfindet. In diesem Falle wird sich bei der Erkaltung dieser Massen im Inneren des geschichteten Mantels ein massiver Kern von gleichartiger petrographischer Beschaffenheit bilden, der bei der äußerst langsamen Abkühlung und Erstarrung unter der schützenden Hülle des Mantels in der Regel auch ein viel deutlicheres krystallinisches Gefüge zeigen wird, als die früher ausgeflossenen rasch erstarrten Laven, und daher petrographisch von diesen verschieden sein wird. Solche Vulkane mit einem massiven inneren Kern sind definitiv erloschen. Durch Abwitterung des leicht zerstörbaren geschichteten äußeren Mantels wird dann im Laufe der Zeiten der massige innere Kern blosgelegt werden, und als Endresultat des Denudationsprocesses wird eine massive Kuppe oder ein Dom vielleicht noch mit Resten des geschichteten Mantels am Fuße desselben übrig bleiben, wie es Fig. 2 darstellt.

Fig. 2.



A das durchbrochene Grundgebirge. *B* Rest des geschichteten Vulkanmantels, *C* innerer Vulkankern, aus ungeschichtetem krystallinischem Massengestein bestehend.

Auf diese Weise denke ich mir die Entstehung der trichterförmig oder keilförmig in die Tiefe fortsetzenden [1]) dom- oder kegel-

[1]) Dr. Vogelsang (die Vulkane der Eifel, Haarlem 1864) bemerkt: „So weit wir über die Ausdehnung der Trachyt- und Basaltkegel nach der Tiefe zu Kenntniß haben, wissen wir, daß dieselben trichterförmig nach unten sich verengen; diese Trichterform wurde zuerst bei dem Druidenstein im Siegen'schen durch bergmän-

förmigen Trachyt-, Phonolith-, Domit- und Basaltkuppen, überhaupt die Entstehung der sogenannten „homogenen Dom-Vulkane“ v. Seebach's [1]), die man bisher meistens als Massenausbrüche zähflüssiger ihrem Erstarrungspunkte nahen Laven betrachtet hat. Es ist einleuchtend, daß sich dieselbe Theorie auf die Bildung der Porphyr-, Melaphyr-, Diorit-Kuppen u. s. w. anwenden läßt, indem wir in denselben nur die übrig gebliebenen Kernmassen der Vulkane früherer Perioden erkennen, deren geschichteter Mantel vollständig zerstört wurde. Es sind dies Ansichten, von denen ich recht wohl weiß, daß sie nicht neu sind, sondern daß sie schon von vielen Geologen, namentlich auch von Vogelsang, wenn gleich mit anderer Begründung, ausgesprochen wurden. Auch soll damit das wirkliche Vorkommen von Masseneruptionen in keiner Weise geleugnet werden.

Den zweiten Typus erloschener Vulkane bilden die eingestürzten „Strato-Vulkane“, die vulkanischen Ringgebirge oder Kesselkratere. Wenn die eruptive Thätigkeit eines Vulkans nach einer größeren Eruption plötzlich unterbrochen wird, sei es in der Folge von Erdbeben [2]), oder durch die Öffnung benachbarter Kratere, so wird die Lava im Innern des Vulkans zurücksinken und der Vulkan wird bei offenem, oder nur oberflächlich verschüttetem Krater hohl sein. Dann sind jene gewaltigen Einstürze denkbar, bei welchen hohe Vulkankegel in sich selbst zusammenbrechen und in die Tiefe sinken, und nur der äußere Fuß in der Form eines geschichteten Ringgebirges mit colossalem Einsturzkrater stehen bleibt, wie es Fig. 3 zeigt.

Solche Vulkane sind in der Regel nicht vollständig erloschen, sondern nach einer kürzeren oder längeren Periode vollständiger Ruhe kann

---

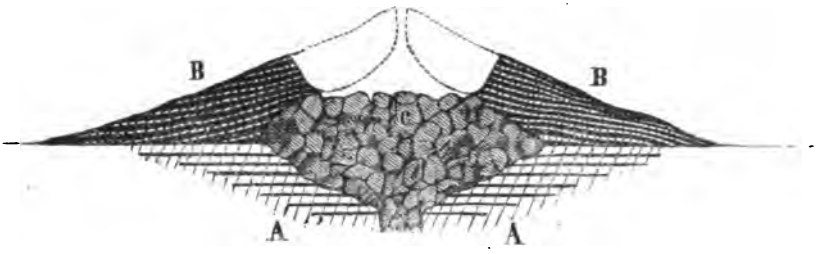
nische Arbeiten festgestellt, später aber durch Steinbruchbetrieb bei mehreren rheinischen Basaltkuppen nachgewiesen, so daß eine derartige Fortsetzung nach der Tiefe wohl als allen diesen vulkanischen Kegelbergen gemeinsam angenommen werden kann. Als charakteristische Beispiele zur Beobachtung dieser unteren Trichter sind anzuführen: der Weilberg im Siebengebirge, der Scheidskopf bei Remagen und der Perlenkopf (ein Nosean-Phonolith-Kegel) bei Hannebach in der Nähe des Laacher-Sees.

[1]) v. Seebach, Vorläufige Mittheilung über die typischen Verschiedenheiten im Bau der Vulkane, und über deren Ursache, Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. 1866.

[2]) Bei den Versuchen mit Schwefel hat sich nämlich auch ergeben, daß die geringste Erschütterung oder Bewegung der Holzform hinreicht, um die Eruptionserscheinungen für eine Periode von mehreren Minuten zu unterbrechen.

die Eruptionsthätigkeit von Neuem beginnen, und es bildet sich dann im Inneren des Ringgebirges ein neuer Aufschüttungskegel, wie das das Beispiel so vieler Vulkane zeigt.

Fig. 3.



A durchbrochenes Grundgebirge, *B* Ruine des geschichteten Vulkanmantels als Ringgebirge, *C* Eingestürzte Massen des ursprünglichen Kegels.

Auch dieser Fall läßt sich vollständig bei der Bildung der Vulkanmodelle aus Schwefel nachahmen. Ich besitze mehrere Modelle dieser Art, bei deren Darstellung mir Herr Dr. Opl, Chemiker der Hruschauer Sodafabrik, behilflich war, die im Kleinen vollkommen die Verhältnisse des Vesuvs mit der Somma, oder des Piks von Teneriffa mit seinem Cirkus darstellen. Diese Modelle mit Ringgebirgen wurden dadurch erhalten, daß wir unmittelbar nach einer Eruption den hohlen Schwefelkegel vorsichtig einbrachen, die Bruchstücke entfernten, und nun die Eruptionen von Neuem durch die frühere Öffnung oder durch eine etwas seitwärts von der früheren Öffnung angebrachte neue Öffnung beginnen ließen, um einen etwas excentrischen zweiten Kegel zu erhalten.

Die Modelle sind so täuschend naturähnlich, so wahre Miniaturbilder wirklicher Vulkane, daß jeder, der dieselben sieht, zuerst der Ansicht sein wird, daß dieselben in einer künstlich mit aller Sorgfalt nach dem Bild eines wirklichen Vulkanes geformten Matrize gegossen seien, und doch kann man sie vor seinen Augen in Zeit einer Stunde entstehen sehen. Ich kenne keinen Versuch, der das ganze Spiel der vulkanischen Thätigkeit instructiver zur Anschauung bringen und zugleich die Aufschüttungstheorie schlagender beweisen würde, und es ist nur schade, daß sich dieser hübsche Versuch wegen der nothwendigen größeren Apparate nicht in jedem Laboratorium anstellen läßt.

Chemische Analyse des Königsbrunnens zu Kostreinitz in der unteren Steiermark.

Von dem w. M. Dr. **Joh. Gottlieb.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. November 1870.)

Die genannte Mineralquelle befindet sich in unmittelbarster Nähe des Natronsäuerlings, über dessen Zusammensetzung bereits im Jahre 1847 Hruschauer in Liebig's und Wöhler's Annalen der Chemie und Pharmacie (Bd. 63, Seite 229) berichtete, wobei auch der dortigen geognostischen Verhältnisse erwähnt wurde.

Der Königsbrunnen wurde im Jahre 1857 durch, mit anstrengender Ausdauer geführte Bohrarbeiten zu Tage befördert, die wegen der felsigen Beschaffenheit des Bodens sehr geraume Zeit in Anspruch nahmen. Nachdem ein 24 Fuss und 4 Zoll tiefer Brunnenschacht hergestellt worden war, wurde in dessen Boden ein Bohrloch von 33 Fuß und 2 Zoll Tiefe eingesenkt, aus welchem gegenwärtig die Quelle aufsteigt und einen Theil des erwähnten, mit einer soliden steinernen Fassung versehenen Brunnenschachtes ausfüllt, so daß das Wasser an der Stelle seines Austrittes sich unter einem Drucke von einer durchschnittlich 36 bis 39 Fuß hohen Wassersäule befindet. Diese Verhältnisse erklären den ungewöhnlichen Reichthum des Königsbrunnens an freier Kohlensäure, unmittelbar nach seinem Schöpfen an der tiefsten Stelle des Bohrloches, über welchen unten bei der Angabe der analytischen Daten ich noch weiter zu berichten Anlaß finden werde.

Die Temperatur der Quelle betrug am 30. August 1870 genau 12° C., jene der Luft gleichzeitig 14° C.

Aus zwei sehr gut übereinstimmenden Versuchen ergab sich das specifische Gewicht der Quelle im Mittel = 1·007507.

Das Wasser zeigte unmittelbar nach seinem Schöpfen einen ungemein prickelnden, säuerlichen Geschmack und erschien wegen höchst zahlreicher aber ungemein kleiner Gasbläschen nahezu trübe.

Die nach den besten gebräuchlichen Methoden ausgeführte qualitative Analyse ließ als wägbare Bestandtheile der Quelle erkennen: Kali, Natron, Lithion, Baryt, Strontian, Kalk, Bittererde, Eisenoxydul, phosphorsaure Thonerde, Chlor, Jod, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kohlensäure und Kieselsäure.

In unwägbaren Mengen wurden zudem noch aufgefunden: phosphorsaures Natron, kohlensaures Manganoxydul und Brom.

Bestimmung der Schwefelsäure.

I. 742·074 Grm. Wasser gaben 0·0982 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend 0·03372 Schwefelsäure oder 0·4544 Theile auf 10.000.

II. 669·797 Grm. Wasser gaben 0·085 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend 0·02919 Schwefelsäure oder 0·4358 Theile auf 10.000.

III. 712·135 Grm. Wasser gaben 0·091 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend 0·03124 Schwefelsäure oder 0·4389 Theile auf 10·000.

Mittel der Versuche 0·44303 Theile auf 10.000.

Bestimmung des Chlors und Jods.

I. 500·556 Grm. Wasser lieferten 0·3428 Grm. Chlor- und Jodsilber.

II. 585·54 Grm. Wasser gaben 0·4099 Grm. Chlor- und Jodsilber.

5852·9 Grm. Wasser gaben 0·0049 Palladium, entsprechend 0·0118 Jod oder 0·0201 Theile in 10·000.

0·0201 Theile Jod liefern 0·0372 Theile Jodsilber.

Im Mittel der beiden obigen Bestimmungen liefern je 10.000 Theile Wasser 6·5642 Theile Chlor- und Jodsilber. Nach Abzug des gefundenen Jodsilbers verbleiben 6·527 Theile Chlorsilber oder 1·6147 Chlor auf 10.000 Theile des Wassers.

Bestimmung der Salpetersäure.

Diese wurde nach der von Siewerth vorgeschlagenen und von Fresenius modificirten Methode ausgeführt.

17579·7 Grm. Wasser lieferten dabei 0·3115 Platin, entsprechend 0·1700 Grm. Salpetersäure oder 0·09671 Theilen auf 10.000.

Bestimmung der Kieselsäure.

17291 Grm. Wasser lieferten 0·290 Grm. Kieselsäure oder 0·1677 in 10.000.

1459·15 Grm. Wasser gaben 0·0245 Grm. Kieselsäure oder 0·1689 in 10.000.

Mittel 0·1683 Theile auf 10·000.

Bestimmung der Kohlensäure.

Diese wurde nach dem Pettendorfer'schen Verfahren mit den von mir (diese Sitzungsberichte II. Abtheilung, Bd. LX) vorgeschlagenen Modificationen ausgeführt. Die sich dabei ergebende ungewöhnlich große Menge der freien Kohlensäure findet ihre Erklärung in den oben schon erwähnten Verhältnissen, wonach die Quelle an der Stelle ihres Austrittes in das Bohrloch sich unter dem Drucke einer Wassersäule von durchschnittlich 36—39 Fuß Höhe befindet. Die dort gebräuchliche und auch bei meinen Beobachtungen angewendete Methode des Schöpfens ist der Erhaltung sämmtlicher mit dem Wasser austretenden Kohlensäure ungemein günstig. Man senkt nämlich einen aus Weißblech angefertigten, an seinem konisch verengten Boden mit einem Kautschukventil versehenen Cylinder bis an die tiefste Stelle des Bohrloches, hebt sofort selben sehr rasch empor, welcher Vorgang nur sehr kurze Zeit in Anspruch nimmt und füllt aus demselben die zur Versendung bestimmten Flaschen. In solcher Weise wurde auch das für die Kohlensäurebestimmungen verwendete Wasser mit thunlichster Beschleunigung gehoben und unmittelbar darauf mit dem Barytwasser zusammengebracht. Nach 6, in nahezu absoluter Weise übereinstimmenden, mit je einer frisch gehobenen Wasserportion vorgenommenen Versuchen ergibt sich der Inhalt des Wassers an freier und halbgebundener Kohlensäure zu 53·1862 Theilen auf 10.000.

Bestimmung der Gesammtmenge der Alkalien.

I. 366·6685 Grm. Wasser gaben 2·5837 Grm. schwefelsaure Alkalien oder 70·4655 Theile auf 10.000.

II. 335·739 Grm. Wasser gaben 2·373 Grm. schwefelsaure Alkalien entsprechend, 70·6817 Theilen auf 10.000.
Mittel 70·5736 Theile in 10.000.

Bestimmung des Kalis.

I. 740·571 Grm. Wasser gaben 0·0882 Grm. Kaliumplatinchlorid, entsprechend 0·017 Grm. Kali oder 0·2296 Theilen in 10·000.
II. 740·574 Grm. Wasser gaben 0·0950 Grm. Kaliumplatinchlorid, entsprechend 0·0183 Grm. Kali oder 0·2467 Theilen in 10.000.
Mittel 0·2381 Theile in 10.000.

Betimmung des Lithions.

22081·0 Grm. Wasser gaben 0·14 Grm. phosphorsaures Lithion, entsprechend 0·05431 Grm. Lithion oder 0·02455 in 10.000 Theilen.

Bestimmung des Baryts und Strontians.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, daß die bei den obigen Bestimmungen erhaltene Kieselsäure nach Behandlung mit Flußsäure und Eindampfen mit Schwefelsäure bis zur Trockne keine Spur eines festen Rückstandes hinterließ, suchte ich die beiden genannten alkalischen Erden in jenem Niederschlage auf, welcher beim Eindampfen des Mineralwassers ohne Zusatz von Säuren reichlich entstand, und von welchem ich mich überzeugte, daß er nur kaum nachweisbare Spuren von Schwefelsäure enthielt. Dieser Niederschlag wurde in verdünnter Salzsäure gelöst, von der abgeschiedenen Kieselsäure getrennt und dann mit Gypslösung im Überschusse versetzt. Hierauf behandelte ich den sorgfältig gewaschenen Niederschlag von schwefelsaurem Strontian und Baryt, nachdem er gewogen worden war, mit einer kochenden Lösung eines Gemenges von kohlensaurem und schwefelsaurem Kali und das so gewonnene Gemenge von schwefelsaurem Baryt und kohlensaurem Strontian, nachdem es sorgfältig gewaschen worden war, mit verdünnter Salzsäure und unterwarf das zurückgebliebene Barytsalz der Wägung. Nach diesem Verfahren gaben 34871·1 Grm. Wasser 0·2428 Grm. des Gemenges von schwefelsaurem Baryt und Strontian. In diesem wurde nachgewiesen 0·134 Grm.

schwefelsaurer Baryt entsprechend, 0·088 Baryt oder 0·0252 Theilen auf 10.000 Theile. Der die obige Zahl von 0·2428 ergänzende Rest von schwefelsaurem Strontian beträgt 0·108, entsprechend 0·0609 Strontian oder 0·0175 Theilen auf 10.000 Theile Wasser.

Bestimmung des Kalks.

I. 1468·65 Grm. Wasser gaben 0·6821 Grm. schwefelsauren Kalk, entsprechend 0·28082 Grm. Kalk oder 1·912 Theilen auf 10.000.

II. 1459·15 Grm. Wasser gaben 0·5024 kohlensauren Kalk, entsprechend 0·280 Kalk oder 1·919 Theilen in 10.000.

Mittel 1·9155 Theile in 10.000.

Bestimmung der Bittererde.

I. 1468·65 Grm. Wasser gaben 1·150 Grm. pyrophosphorsaure Bittererde, entsprechend 0·41441 Bittererde oder 2·8217 Theilen in 10.000.

II. 1459·15 Grm. Wasser lieferten 1·1235 Grm. pyrophosphorsaure Bittererde, entsprechend 0·4049 Grm. Bittererde oder 2·7754 Theilen in 10.000.

Bestimmung des Eisenoxyds und der Thonerde.

Diese wurde unter Vermittlung der Weinsäure und des Schwefelammoniums in der bekannten Weise vorgenommen.

17579·7 Grm. Wasser lieferten 0·0375 Grm. phosphorsaure Thonerde, nachdem sich in der von dem Thonerdeniederschlag abfiltrirten Lösung noch Spuren von phosphorsaurem Kali nachweisen ließen, die auf die Anwesenheit von höchst geringen Quantitäten phosphorsauren Natrons im Wasser schliessen lassen.

Die obige Menge Wasser lieferte ferner 0·0185 Grm. Eisenoxyd, entsprechend 0·01665 Grm. Eisenoxydul oder 0·00947 Theilen auf 10.000.

17291·5 Grm. Wasser gaben 0·0235 Grm. Eisenoxyd, entsprechend 0·02115 Grm. Eisenoxydul oder 0·0122 Theilen in 10.000.

Werden nun die obigen analytischen Daten in der gebräuchlichen Weise geordnet, so ergibt sich folgende Zusammensetzung des Königsbrunnens:

10.000 Gewichtstheile enthalten:	Theile	1 Pfd. = 7680 Gran enthält: Gran
Kohlensaures Natron	49·4531	37·9799
„ Lithion	0·0607	0·0466
Kohlensauren Baryt	0·0325	0·0250
„ Strontian	0·0249	0·0191
„ Kalk	3·4205	2·6269
Kohlensaure Bittererde	5·8769	4·5134
Kohlensaures Eisenoxydul	0·0150	0·0115
Chlornatrium	2·6608	2·0435
Jodnatrium	0·0237	0·0182
Schwefelsaures Kali	0·4403	0·3381
„ Natron	0·4270	0·3279
Salpetersaures Natron	0·1522	0·1168
Phosphorsaure Thonerde	0·0213	0·0163
Kieselsäure	0·1683	0·1292
Summe der fixen Bestandtheile . .	62·7773	48·1817
Halbgebundene Kohlensäure . . .	25·1686	19·3295
Freie Kohlensäure	28·0176	21·5175
Summe aller wägbaren Bestandtheile	115·9635	89·0594

Außerdem Spuren von Brom, phosphorsaurem Natron und kohlensaurem Manganoxydul.

Behufs der Controle dieser Zahlen wurde die Gesammtmenge der fixen Bestandtheile durch Eindampfen einer gewogenen Quantität des Wassers und Wägung des bei 180° C. sorgfältig getrockneten Rückstandes bestimmt. Dabei gaben 259·107 Grm. Wasser, 1·625 Grm. Rückstand, entsprechend 62·7154 Gewichtstheilen auf 10.000 Theile Wasser. Ferner wurden 162·603 Grm. Wasser mit Schwefelsäure zum Trocknen eingedampft und der Rückstand heftig geglüht. Sein Gewicht betrug dann 1·3682 Grm., was 84·1436 Gewichtstheilen auf 10.000 Theile Wasser entspricht. Werden die phosphorsaure Thonerde und Kieselsäure in der gefundenen Menge, das kohlensaure Eisenoxydul als wasserfreies Eisenoxyd in Rechnung gebracht, die übrigen Basen aber in wasserfreie Sulfate umgerechnet, so resultirt die Zahl 83·8910 auf 10.000 Gewichtstheile des Königsbrunnens.

Analyse der gräfl. Meran'schen Johannesquelle und der Nebenquelle bei Stainz.

(Ausgeführt im Laboratorium des Herrn Prof. Dr. J. Gottlieb.)

Von **Anton Franz, Reibenschuh,**
emer. Assistenten der Chemie an der technischen Hochschule zu Graz, Professor an der Staats-Oberrealschule zu Marburg.

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. November 1870.)

Die Gemeinde Trog, ein und eine halbe Wegstunde vom Markte Stainz entfernt, hat in der Gegend, wo sich der Sauerbrunnbach mit dem Mauseggbache vereinigt, um dann als Stainzbach über mächtige Gneisplatten thalabwärts zu eilen, eine Gruppe von Sauerquellen, die in zwei Partien am rechten Ufer beider Bäche aus dem zerklüfteten Gneis hervorbrechen und ihren Abfluß, dessen Weg durch reichlich niedergeschlagenen Eisenocher kenntlich ist, in eben diese Bäche nehmen.

Zwei dieser Quellen im Mausegggraben, die Johannesquelle und die nur wenige Schritte südlicher gelegene Nebenquelle, deren Analyse in Folgendem mitgetheilt wird, sind schon sehr lange bekannt. Seit Macher's Untersuchungen im Herbste 1857 kennt man im Mausegggraben eine dritte und im Sauerbrunngraben ebenfalls drei Sauerquellen in geringer Entfernung von einander, welche jedoch sehr schwer zugänglich sind.

In Dr. M. Macher's Heilquellen Steiermarks, Wien 1858, findet sich von diesen als Bach-, Wald- und Wegquellen bezeichnet, eine kurze Beschreibung.

Über die geologischen und topographischen Verhältnisse dieser Quellengruppe und insbesondere der einer vollständigen analytischen Untersuchung unterzogenen Johannesquelle verdanke ich Herrn Professor Dr. K. F. Peters (vergl. dessen Notizen in den Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1870, Nr. 11, pag. 190, und in den Mittheilungen des naturhistorischen Vereins für Steiermark, October 1869) nachstehende Mittheilungen:

„Die nördliche und westliche Umgebung des Marktes und gräfl. Meran'schen Schlosses Stainz besteht zum größten Theile aus den krystallinischen Schiefern, die den Fuß und die wenig hervorragenden Abzweigungen des Koralpenzuges bilden.

Zu einer genauen Gliederung derselben im Sinne der modernen Stratigraphie reichen die bisher bekannten Thatsachen allerdings nicht aus, doch so viel wird schon bei einer aufmerksamen Durchwanderung des Gebirges klar, daß es darin zweierlei Stufen von krystallinischen Felsarten gibt. Die eine bilden die Hauptkämme der „norischen Gabel", deren beide Zweige die Grazer Devongruppe westlich einfassen, und das Grundskelet ihrer Glieder.

Sie besteht aus mancherlei Varietäten von Gneis mit vielen Einschaltungen von Hornblendeschiefer und mit Kalksteinlagern von geringer Mächtigkeit, welche letzteren weder Serpentin, noch andere Magnesiasilicate führen und bislang keine Spur von organischen Resten gezeigt haben. Die andere Stufe scheint ausschließlich durch einen sehr ausgezeichnet geplatteten, hie und da dünnschiefrigen Gneis gebildet zu werden, der zumeist unmittelbar auf quarz- und turmalinreichen Gneisgranitlagern ruht und da, wo er mit der in sich geschlossenen Devonformation in Berührung tritt, von krystallinischen oder halbkrystallinischen Kalksteinmassen und -Schiefern überlagert wird, die man vom Complex der genannten Formation zu trennen bisher nicht Grund fand.

Im südlichen und im mittleren Theile des Koralpenzuges ist dieser Gneis den Grundmassen angestaut, oft in sichtlich concordanter Lagerung mit ihnen und in steiler Schichtenstellung, die weit mehr von der Richtungslinie des Bacher- und Draugebirges, als vom Hauptstreichen des Coralpenzuges selbst abzuhängen scheint.

In der Umgebung von Stainz liegt er beinahe horizontal und bildet im Bereiche der Gemeinden Gams, Teufenbach und St. Stefan eine compacte, von malerischen Engthälern und Schluchten durchfurchte Partie, deren Ausdehnung man auf nahezu eine Geviertmeile veranschlagen darf.

Allenthalben wird das Gestein ob seiner günstigen Structur und Sonderung in 3—7zöllige Platten von riesigen Dimensionen in wohlangelegten Steinbrüchen abgebaut und dürfte schon in naher Zukunft einen wichtigen Ausfuhrsartikel nach den Städten der steinlosen Gegenden Ungarns und Croatiens abgeben.

[illegible] [illegible] [illegible] [

laboratorium vorgenommenen Analyse von reinen Albiten nur wenig verschieden ist.

Der Säuerling dürfte demnach zu Zersetzungen, die dieses oder ein ähnliches Gestein unter der Gneisdecke zu erleiden hat, in Beziehung stehen."

I. Analyse der Johannesquelle.

Das Bassin, aus Gneisplatten von Natur gebildet, hat 12½" Breite, 24" Länge und Tiefe und zeigt an den Wänden einen reichen Beleg von Eisenocher.

Das Wasser zeigt frisch von der Quelle geschöpft außer der sich ziemlich reichlich entwickelnden Kohlensäure keinen Geruch; bei stärkerem Schütteln in einer halbgefüllten Flasche tritt ein eigenthümlicher, dem Schwefelwasserstoff ähnlicher aber nicht mit ihm identischer Geruch auf.

Die Bestimmung der Temperatur der Quelle wurde in der Weise vorgenommen, daß man das Thermometer in einen mit Wasser eben gefüllten Cylinder senkte und diesen an einer Schnur befestigt auf den Boden der Quelle setzte, wo die Vorrichtung etwa zwei Stunden verblieb.

Bei einer Lufttemperatur von 12° C. oder 9·6° R. (4. September 1869) ergab der erste Versuch 13° C. oder 10·4° R.; ein weiterer Versuch gab bei einer Lufttemperatur von 20° C. = 16° R. (3. October) dieselbe Ziffer.

Das Mittel von drei nahezu vollkommen mit einander übereinstimmenden Versuchen ergab als specifisches Gewicht des Wassers 1·00206.

Die Quelle liefert im Durchschnitte in der Minute 1320 CC., was in der Stunde 79·2 Liter Wasser beträgt.

Die qualitative Analyse, nach bekannten Methoden durchgeführt, ergab als in wägbarer Menge vorhandene Bestandtheile: Kali, Natron, Lithion, Kalk, Bittererde, Eisenoxydul, phosphorsaure Thonerde, Chlor, Jod, Schwefelsäure, Kohlensäure und Kieselsäure.

Durch Schwefelwasserstoff wurde keine Fällung erzielt; Ammoniak und Schwefelsäure sind nicht vorhanden.

In deutlichen aber unwägbaren Spuren ließ sich Manganoxydul, Baryt und Strontian nachweisen; letztere beide wurden mit Hilfe des Spectralapparates wahrgenommen.

Hinsichtlich der quantitativen Analyse sei erwähnt, daß die Alkalien stets als schwefelsauere Salze gewogen wurden und die Umwandlung in Chloride behufs der Kaliumbestimmung mittelst Chlorstrontium und Weingeist geschah.

Das Lithion wurde als basisch phosphorsaures Lithion bestimmt.

Das erhaltene Salz zeigte nur die ihm charakteristischen Linien im Spectralapparate, war also frei von anderen Alkalien.

Bestimmung des Chlors und Jods.

1. Versuch. 487·8 Grm. gaben 0·3226 Grm. Chlor- und Jodsilber entsprechend 6·613 in 10.000 Theilen.
2. Versuch. 496·5 Grm. gaben 0·3284 Grm. Chlor- und Jodsilber = 6·614 in 10.000 Theilen.

Mittel: 6·6135 Grm. in 10.000 Theilen.

21845·5 Grm. gaben 0·001 Palladium = 0·0024 Jod, entsprechend 0·0011 in 10.000 Theilen.

Diese Daten ergaben einen Gehalt von 1·6342 Chlor auf 10.000 Theile Wasser.

Bestimmung der Schwefelsäure.

1. Versuch. 18037 Grm. gaben 0·028 schwefelsauren Baryt = 0·0096 Schwefelsäure, entsprechend 0·00533 in 10.000 Theilen.
2. Versuch. 9269·3 Grm. gaben 0·0154 sehwefelsauren Baryt = 0·00531 Schwefelsäure, entsprechend 0·00572 in 10.000 Theilen.

Mittel: 0·00552 in 10.000 Theilen.

Bestimmung der Kieselsäure.

1. Versuch. 2886·7 Grm. gaben 0·2758 Grm. Kieselsäure, entsprechend 0·9554 in 10·000 Theilen.
2. Versuch. 1526·0 Grm. gaben 0·1446 Grm. Kieselsäure oder 0·9476 in 10·000 Theilen.
3. Versuch. 1458·5 Grm. gaben 0·1410 Grm. Kieselsäure, entsprechend 0·9667 in 10.000 Theilen.

Mittel: 0·9566 in 10.000 Theilen.

Bestimmung des Kalks.

1. Vers. 835·00 Grm. gaben 0·3859 Ätzkalk = 4·621 in 10.000 Th.
2. „ 1370·90 „ „ 0·6287 „ = 4·586 „ „ „
3. „ 1458·50 „ „ 0·6710 „ = 4·600 „ „ „

Mittel: 4·602 in 10.000 Theilen.

Bestimmung der Bittererde.

1. Versuch. 835 Grm. gaben 0·1612 Grm. pyrophosphorsaure Bittererde = 0·058 Bittererde, entsprechend 0·6946 in 10.000 Theilen.
2. Versuch. 1526·0 Grm. gaben 0·287 Grm. pyrophosphorsaure Bittererde = 0·1034 Bittererde, entsprechend 0·6777 in 10·000 Theilen.
3. Versuch. 1458·5 Grm. gaben 0·2782 Grm. pyrophosphorsaure Bittererde = 0·1002 Bittererde, entsprechend 0·6874 in 10.000 Theilen.

Mittel: 0·6867 in 10·000 Theilen.

Bestimmung der Alkalien als Sulfate.

1. Versuch. 1146·9 Grm. gaben 0·7135 schwefelsaure Alkalien.
2. „ 1103·2 „ „ 0·692 „ „

Mittel: 0·7027, entsprechend 6·247 auf 10.000 Theile.

Bestimmung des Kalis.

1069·5 Grm. gaben 0·1565 Kaliumplatinchlorid, entsprechend 0·2824 Kali in 10.000 Theilen.

Bestimmung des Lithions.

19681·3 Grm. gaben 0·061 phosphorsaures Lithion = 0·0236 Lithion, entsprechend 0·012 in 10.000 Theilen.

Bestimmung des Eisens und der phosphorsauren Thonerde.

Diese wurde durch Fällung mit Ammoniak, Lösen des Präcipitats, Oxydation des Eisens mit chlorsaurem Kali, Zusatz

von Weinsäure und Abscheidung des Eisens als Schwefeleisen bewirkt.

1. Versuch. 1502·1 Grm. gaben 0·004 phosphorsaure Thonerde, entsprechend 0·0266 in 10.000 Theilen.
2. Versuch. 4397·5 Grm. gaben 0·012 phosphorsaure Thonerde, entsprechend 0·0273 in 10.000 Theilen.

Mittel: 0·0269 in 10·000 Theilen.

---

1. Versuch. 2886·7 Grm. gaben 0·0303 Eisenoxyd, entsprechend 0·09447 Grm. Eisenoxydul entsprechend in 10.000 Theilen.
2. Versuch. 4397·5 Grm. gaben 0·0450 Eisenoxyd = 0·0921 Grm. Eisenoxydul in 10.000 Theilen.
3. Versuch. 4447·8 Grm. gaben 0·043 Eisenoxyd = 0·09 Grm. Eisenoxydul in 10.000 Theilen.

Mittel: 0·0922 in 10.000 Theilen.

Bestimmung der Kohlensäure.

Diese wurde nach der Methode von Pettenkofer mit den von Gottlieb (Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. II. Abth. Juti-Heft 1869) angegebenen Abänderungen vorgenommen.

Angewendet wurde eine an der Quelle mit aller Vorsicht bereitete Mischung in folgendem Verhältniß: Auf 80 C.C. Mineralwasser 40 C.C. destillirtes ausgekochtes Wasser, 50 C.C. Barytwasser, 2 C.C. Chlorbarium- und 3 C.C. Salmiaklösung. Zum Zurücktitriren wurden bei mehrmals wiederholten Versuchen theils 20, theils 40 C.C. dieser Mischung benüzt. Es wurden folgende Resultate erhalten.

1. Mittel aus zwei Titrirversuchen ergab auf je 48 C.C. Mineralwasser 0·09072 Grm. Kohlensäure frei und halbgebunden.
2. Mittel aus zwei Titrirversuchen ergab auf 48 C.C. Wasser 0·09002 Grm. freie und halbgebundene Kohlensäure.
3. Mittel aus zwei Titrirversuchen ergab auf 48 C.C. Wasser 0·08921 Grm. freie und halbgebundene Kohlensäure.

Das Mittel sämmtlicher Bestimmungen gibt 0·089983 Grm. Kohlensäure in 48 C.C. Mineralwasser. Aus dieser Ziffer ergibt sich, daß in 10.000 Theilen Mineralwasser 18·708 Gewichtstheile freie und halbgebundene Kohlensäure vorhanden sind.

Mit Zugrundenahme der Bestimmungen für die neutralen kohlensauren Salze beträgt der Gesammtgehalt der Kohlensäure in 10.000 Theilen 23·134.

Gruppirung der Bestandtheile des Wassers.

		In 10.000 Theilen.
Gefunden Schwefelsäure	0·00552	
diese sättigen an Kali	0·00650	
daher schwefelsaures Kali		0·0120
Gefunden Kali	0·2824	
Gebunden an Schwefelsäure . .	0·0065	
geben an Kali den Rest . . .	0·2759	
diesen entsprechen Kalium . .	0·2295	
Gefunden Jod	0·0011	
diesen entsprechen Kalium . .	0·0003	
daher Jodkalium		0·0014
Vorhandenes Kalium	0·2295	
an Jod gebunden	0·0003	
bleiben Kalium	0·2292	
welche erfordern Chlor	0·2078	
daher Chlorkalium		0·4370
Gefunden Chlor	1·6342	
an Kalium gebunden	0·2078	
bleiben Chlor	1·4264	
welche entsprechen Natrium . .	0·9252	
daher Chlornatrium		2·3516
Gefunden Natrium	1·8403	
davon gebunden an Chlor . . .	0·9252	
bleiben Natrium	0·9151	
welche entsprechen kohlensaurem Natron		2·1087
Gefunden Lithion	0·012	
entsprechen kohlensaurem Lithion		0·0296
Gefunden Kalk	4·602	
entsprechen kohlensaurem Kalk		8·2170

	In 10.000 Theilen.
Bittererde gefunden	0·6867
entsprechen kohlensaurer Bittererde	1·4420
Gefunden Eisenoxydul	0·0922
entsprechen kohlensaurem Eisenoxydul	0·1485.

Analyse der im Brunnen frei aufsteigenden Gase.

Die Absorption des Sauerstoffes geschah mit pyrogallussaurem Kali. Das Gas enthielt:

	In 100 Raumtheilen
Kohlensäure	90·077
Stickstoff	9·480
Sauerstoff	0·443
	100·000

Zusammenstellung der Analyse.

Die Quelle enthält:	In 10.000 Theilen	In 1 Civil-Pfund = 7680 W. Gran.
Kohlensaures Natron . . .	2·1087 Theile	1·6194 Grane
Kohlensaures Lithion . . .	0·0296 „	0·0227 „
Schwefelsaures Kali . . .	0·0120 „	0·0092 „
Jodkalium	0·0014 „	0·0010 „
Chlorkalium	0·4370 „	0·3356 „
Chlornatrium	2·3516 „	1·8060 „
Kohlensauren Kalk	8·2170 „	6·3106 „
Kohlensaure Bittererde . .	1·4420 „	1·1074 „
Kohlensaures Eisenoxydul .	0·1485 „	0·1140 „
Phosphorsaure Thonerde .	0·0269 „	0·0206 „
Kieselsäure	0·9566 „	0·7146 „
Summe der fixen Bestandtheile	15·7313 Theile	12·0611 Grane
Halbgebundene Kohlensäure	4·4266 „	3·3996 „
Freie Kohlensäure	14·2814 „	10·9681 „
Summe aller wägbaren Bestandtheile	34·4393 Theile	26·4288 Grane.

Nebst Spuren von Mangan, Baryt uud Strontian.

Der Controle wegen wurde der bei 180° C. getrocknete Abdampfungs-Rückstand gewogen.

377·5158 Gramm Wasser gaben dabei 0·592 Gramm Rückstand, entsprechend 15·681 Theilen auf 10.000.

Weiters wurden zwei Versuche in der Weise angestellt, daß man bestimmte Wassermengen mit reiner Schwefelsäure zur Trockne eindampfte und den heftig geglühten Rückstand wog.

1. Versuch. 238·50 Grm. Wasser gaben 0·4868 Grm. geglühten Rückstand, was 20·410 auf 10.000 beträgt.
2. Versuch. 266·307 Grm. Wasser gaben 0·5462 Grm. Glührückstand, entsprechend 20·510 auf 10.000 Theile.

Das Mittel beider Versuche ist 20·460; die kohlensauren Salze der Alkalien und alkalischen Erden und die Magnesia als Sulfate umgerechnet, Eisen als Oxyd in Rechnung gebracht, phosphorsaure Thonerde und Kieselsäure addirt gibt die Ziffer 20·569.

II. Analyse der Nebenquelle.

Die qualitative Untersuchung dieser nur wenige Schritte südlicher gelegenen Quelle ergab dieselben Bestandtheile wie in der Johannesquelle; die Gewichtsmenge derselben ist durchschnittlich geringer wie bei den Bestandtheilen der Hauptquelle, wie die nachfolgenden Daten lehren, die des Vergleiches wegen mit den entsprechenden Resultaten der Johannesquelle neben einander gestellt wurden.

Bestimmung der Kohlensäure.

Die Mischung wurde in demselben Verhältnisse wie bei der Hauptquelle bereitet. Drei gut übereinstimmende Versuche ergaben, daß in 60 C.C. Mineralwasser 0·1126 Grm. Kohlensäure enthalten sind, daher in 10.000 Theilen Wasser 18·710 freie und halbgebundene Kohlensäure.

Der Kohlensäuregehalt beider Quellen ist darnach fast derselbe.

Bestimmung des Chlor- und Jodsilbers.

704·7 Grm. gaben 0·388 Chlor- und Jodsilber, entsprechend 5·50 in 10.000 Theilen; die Hauptquelle gab 6·613 in 10.000 Theilen.

Bestimmung des Kalkes.

1515 Grm. gaben 0·602 Ätzkalk = 3·974 in 10.000 Theilen; die Hauptquelle enthielt 4·602 in 10.000 Theilen.

Bestimmung der Bittererde.

1515 Grm. gaben 0·2567 pyrophosphorsaure Bittererde = 0·0925 Bittererde = 0·610 in 10.000 Theilen; die Differenz mit dem Gehalte der Bittererde der Johannesquelle ist 0·0767.

Bestimmung der fixen Bestandtheile.

274·3 gaben bei 180° getrocknet 0·3676 Abdampf-Rückstand, was 13·40 in 10.000 Theilen entspricht.

Derselbe betrug bei Quelle I. 15·681 in 10.000 Theilen.

Weitere Bestimmungen konnten wegen Mangel an Wasser nicht vorgenommen werden; eine Füllung von einer größern Partie Flaschen ist aber nahezu unmöglich, da der Zufluß der Quelle aus einzelnen unzugänglichen Spalten und Ritzen ein höchst spärlicher ist.

Zum Schlusse sei bezüglich der Johannesquelle nur erwähnt, daß nach den Mittheilungen des Herrn Professors Dr. Peters der gegenwärtige Besitzer Herr Graf von Meran bereit ist, eine namhafte Geldsumme auf die Fassung der nur von der Natur nothdürftig mit einer Fassung versehenen Quelle und die ersten Voranstalten zur Füllung und Versendung des interessanten und heilkräftigen Wassers zu verwenden.

Mit der im Vorstehenden dargelegten chemischen Zusammensetzung des Säuerlings soll der erste Schritt gethan sein, um ihm in der Wissenschaft und im ärztlichen Publicum jene Würdigung zu verschaffen, die er in so hohem Grade verdient.

Daß er mit der berühmten Gleichenberger Constantinsquelle trotz mehrfacher Verwandtschaft nicht zusammenzustellen sei, zeigt eine Vergleichung der Bestandtheilsmengen auf den ersten Blick. Auch kann an eine gleichartige Wirkung unserer im krystallinischen Hochgebirge entspringenden Quelle und jene des Gleichenberger Basalt- und Trachytterrains nicht wohl gedacht werden.

Noch ferner ist die Verwandtschaft mit den westlichen Rohitscher Säuerlingen, der schwefelsäurereichen Tempelquelle (Rohitscher Sauerbrunnen) gar nicht zu gedenken.

Der Stainz-Teufenbacher Säuerling, wie die Johannesquelle auch heißt, ist somit ein Unicum unter den Mineralquellen unserer Steiermark.

Die reizende Natur eines Hochgebirgsthales, die bei verhältnißmäßig geringer Seehöhe durch völligen Abschluß gegen Norden und Westen geschützte Lage, welche der Errichtung eines im Schweizerstyle aufzuführenden kleinen Kurortes keinerlei Hinderniß entgegensetzt und eine mehr als viermonatliche Saison gestattet, die Nähe offenen und trefflich cultivirten Hügel- und Terrassenlandes, die von Natur aus günstige, leicht zu vervollkommnende Communication berechtigen schon heut zu Tage zu der Hoffnung, daß sich das besprochene Mineralwasser nicht nur versendet, sondern auch an Ort und Stelle genossen, trefflich bewähren wird.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXII. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

10.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XXVII. SITZUNG VOM 1. DECEMBER 1870.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über Evoluten räumlicher Curven," vom Herrn Dr. Emil Weyr in Mailand.

„Über die Einwirkung des Ozons auf explosible Salpetersäure-Äther", vom k. k. Artillerie-Oberlieutenant Herrn K. Beckerhinn.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow zeigt die abermalige Entdeckung eines neuen teleskopischen Kometen durch Herrn Hofrath C. Winnecke in Carlsruhe an.

Derselbe theilt ferner mit, daß die beiden Herren Professoren Dr. Th. v. Oppolzer und Dr. Edm. Weiß am 28. November am Bord des Dampfers Triest zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniß vom 22. December nach Albanien und beziehungsweise nach Tunis abgegangen sind.

Herr Hofrath Dr. E. Brücke überreicht eine Abhandlung des Herrn *stud. med.* Wilh. Svetlin, betitelt: „Einige Bemerkungen zur Anatomie der *Prostata.*"

Herr Dr. S. v. Basch übergibt eine von ihm gemeinschaftlich mit Herrn Dr. Sigm. Mayer ausgeführte Abhandlung: „Untersuchungen über Darmbewegungen."

Herr Docent Dr. M. Rosenthal legt eine Abhandlung: „Experimentaluntersuchungen über galvanische Joddurchleitung durch die thierische Haut" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Abhandlungen aus dem Jahre 1869. Bd. I & II. Berlin, 1870; 4°. — Monatsbericht. Juni 1870. Berlin; 8°.

American Institute of the City of New York: XXIXth Annual Report, for the Year 1868—9. Albany, 1869; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 8. Jahrgang, Nr. 22. Wien, 1870; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1825. (Bd. 77. 1.) Altona, 1870; 4°.

Colding, A., Extrait d'un mémoire sur les lois des courants dans les conduites ordinaires et dans la mer. 4°.

de Colnet d'Huart, Mémoire sur la théorie mathématique de la Chaleur et de la Lumière. Luxembourg, 1870; 4°.

Gesellschaft, Kurländische, für Literatur und Kunst: Sitzungsberichte aus dem Jahre 1869. Mitau; 4°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. V. Band, Nr. 22. Wien, 1870; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen & Mittheilungen. XXXI. Jahrg., Nr. 37—38. Wien, 1870; kl. 4°.

Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg: Publications. Section des Sciences naturelles et mathématiques. Tome XI. Années 1869 et 1870. Luxembourg, 1870; 8°.

Istituto, R., tecnico di Palermo: Giornale di Scienze naturali ed economiche. Anno 1869. Vol. V., fasc. 3 e 4. Palermo; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. Neue Folge. Bd. II, 6. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

Landbote, Der steirische. 3. Jahrgang, Nr. 24. Graz, 1870; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1870, Nr. 27—28. Wien; 8°.

Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1870, 10. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 16. Bd., 1870, XI. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 55—56, Vol. 3. London, 1870; 4°.

Prestel, M. A. F., Der Boden der ostfriesischen Halbinsel nebst der Geschichte der Veränderung des Bodens und des Klimas der Nordseeküste seit der Eiszeit. Emden, 1870; gr. 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrg. XX. Bd. Nr. 3. Wien; 4°. — Verhandlungen. Nr. 13—14. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XX. Band. Jahrgang 1870. August- & September-Heft. Wien; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 54—55. Wien, 1870; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXII. Jahrgang, 10. Heft. Wien, 1870; 4°.

Zittel, Carl Alfred, Denkschrift auf Christ. Erich Hermann von Mayer. München, 1870; 4°.

Wir können daher den obigen Satz folgender Maßen ergänzen: „Die beiden oben besprochenen Normalenbüschel sind projectivisch-congruent; d. h. der Winkel, den zwei Strahlen des einen Büschels bilden, ist gleich dem Winkel, den die zwei entsprechenden Strahlen des anderen Büschels einschließen. Kürzer: entsprechende Winkel in beiden Büscheln sind gleich".

Eine einfache Rechnung führt zu demselben Ziele; es zeigt sich nämlich, daß das Differential des Winkels zweier Normalen, wenn man zu den unendlich nahen entsprechenden übergeht, Null ist.

2. Wenn man von einem Strahle A des Büschels a ausgeht welches in der Normalebene α liegt und wenn man die aufeinanderfolgenden sich successive schneidenden Normalen A', A''... construirt, um schließlich zu dem, dem Strahle A projectivisch entsprechenden Strahle B zu gelangen, so erhält man gleichzeitig eine Evolute des von a und b begrenzten Curventheiles. Je zwei aufeinanderfolgende Normalen in der genannten Schaar schneiden sich nämlich, wodurch eine continuirliche Aufeinanderfolge von Punkten, eine Curve entsteht, welche bekanntlich eine Evolute von C genannt wird.

Jedem Punkte von C entspricht ein Punkt dieser Evolute; speciell entsprechen den Punkten a und b der Anfangs- und der Endpunkt der Evolute. Der erstere ist der Schnittpunkt der Normalen A und A' und letzterer ist der Schnittpunkt der Normalen B und der ihr unmittelbar vorhergehenden. Der auf A liegende Punkt der Evolute ist der Schnittpunkt dieser Normalen mit der ihrem Fußpunkte a entsprechenden Krümmungsaxe K; und ebenso ist der Endpunkt der Evolute, welcher auf B liegt, der Schnittpunkt dieser Normalen mit der in der Normalebene β liegenden Krümmungsaxe, die wir L nennen wollen. Jedem Paare entsprechender Strahlen wie A, B entspricht also eine Evolute deren zwei Endpunkte die Schnitte der Strahlen mit den zugehörigen Krümmungsaxen sind. Diese Endpunkte liegen also, als Punkte von auf den Krümmungsaxen befindlichen Punktreihen betrachtet, perspectivisch mit den entsprechenden Strahlen der beiden Büschel (A), (B). Da nun diese beiden Büschel projectivisch sind, so sind es auch die erwähnten Punktreihen. In Form eines Satzes:

„Die sämmtlichen Evoluten eines continuirlichen räumlichen Zuges bestimmen auf irgend zwei Krümmungsaxen des Zuges zwei projectivische Punktreihen."

Die sämmtlichen Krümmungsaxen der Curve C bilden die Erzeugenden der Evolutenfläche, so daß wir auch sagen können:

„Die Evolutenschaar bestimmt auf den Erzeugenden der Evolutenfläche projectivische Punktreihen."

Jede Evolute der Curve C erscheint als Rückkehrkante einer windschiefen Normalenfläche, da ihre Punkte Schnitte solcher aufeinander folgenden Normalen sind. Betrachtet man nun zwei solche windschiefe Normalenflächen, etwa diejenigen, welche den Strahlen A, A_1 des Büschels a entsprechen, so ist C ihre Schnittcurve und die Tangentialebenen der Normalflächen in irgend einem Punkte dieser Schnittcurve C sind offenbar die Ebenen, welche durch die Tangente der Curve C im betrachteten Punkte und die beiden durch diesen Punkt gehenden Normalen gelegt werden können. Der Neigungswinkel der beiden Tangentialebenen ist also der Winkel, den die beiden erwähnten Normalen einschließen. Da diese jedoch, der Entstehung der Normalflächen nach, den beiden Normalen A, A_1 projectivisch entsprechen, so sind die Winkel, die beide Paare bilden nach früherem gleich, d. h.

„Zwei windschiefe Normalenflächen eines räumlichen Zuges schneiden sich längs dieses Zuges unter constantem Winkel."

3. Denken wir uns nun den Zug C geschlossen und ohne mehrfache Punkte und ferner stellen wir uns vor, daß a mit b zusammenfällt. Dann wird auch α mit β und K mit L zusammenfallen. Die beiden projectivisch-congruenten Büschel (A), (B) liegen nun in derselben Ebene und sind concentrisch. Den zu dem Strahle A entsprechenden Strahl B erhält man nun dadurch, daß man nach der einen oder der andern Seite jene Schaar von Normalen construirt, von der A das Anfangsglied ist und in welcher jede Normale die vorhergehende schneidet, und dieß so lange fortsetzt, bis man wieder zum Punkte a gelangt. Da man in zwei Richtungen den Zug C durchlaufen kann, so wird man zu A zwei entsprechende Strahlen erhalten, was vollkommen damit übereinstimmt, daß man in zwei concentrischen Büscheln einen Strahl ebensowohl zu dem einen als auch zu dem anderen Büschel rechnen kann und ihm in dieser Weise wirklich zwei Strahlen entsprechen.

Sind nun A, A_1 zwei beliebige Strahlen des Normalenbüschels a und B, B_1 die ihnen in einer Umlaufsrichtung projectivisch entsprechenden, so ist nach früherem: $\widehat{AA_1} = \widehat{BB_1}$ und daher auch in

diesem Falle: $\widehat{AB} = \widehat{A_1B_1}$. Es sind also die beiden am Punkte *(a)* in der Ebene (2) entstehendem Normalbüschel zwei solche, welche man als ein Büschel gleicher Winkel bezeichnet, das dadurch entsteht, daß sich ein unveränderlicher Winkel um seinen Scheitel in seiner Ebene dreht. Hieraus folgt der Satz:

„Die sämmtlichen unendlich vielen Windungen einer windschiefen Normalenfläche eines geschlossenen räumlichen Zuges schneiden irgend eine Normalebene des Zuges in einem Strahlenbüschel, für welches jeder Schnittstrahl mit seinem unmittelbar vorhergehenden einen bestimmten constanten Winkel bildet. Dieser Winkel ist nicht nur für alle Punkte der Curve, sondern auch für alle windschiefen Normalflächen der Curve derselbe."

4. Bezüglich der Evoluten einer geschlossenen Curve kann man das letzte Ergebniß auch folgendermaßen ausdrücken:

„Die sämmtlichen Windungen einer Evolute einer geschlossenen Raumcurve bestimmen in ihrer Aufeinanderfolge auf den Krümmungsaxen solche Strecken, welche von den entsprechenden Punkten der Raumcurve unter constantem Winkel gesehen werden. Dieser Winkel ist nicht nur für alle Punkte der Raumcurve, sondern auch für alle Evoluten constant."

Wenn sich also eine Evolute der Curve nach einem oder nach n-Umgängen schließt, so muß dasselbe für alle anderen gelten.

„Schließt sich eine Evolute einer geschlossenen Raumcurve nach einem oder nach mehreren Umgängen, so schließen sich alle übrigen Evoluten nach derselben Anzahl von Umgängen."

In diesem letzten Falle ist der oben erwähnte constante Winkel ein vielfaches von 2π.

Mailand, Nov. 1870.

Notiz über das Verhalten einiger Nitroverbindungen unter Einwirkung des Ozons.

Von Dr. **Karl Beckerhinn**,
k. k. Artillerie-Oberlieutenant.

(Aus dem Laboratorium des technischen Militär-Comité in Wien.)

Eine vor Kurzem im „Naturforscher“ erschienene Notiz über das Verhalten von Nitroglycerin, Jodstickstoff etc. gegen die Einwirkung des Ozons, veranlaßt mich die Resultate einer Untersuchung zu veröffentlichen, welche ich eben beendete. Die Aufgabe derselben war, die Einwirkung von mit Luft oder Sauerstoff gemengtem Ozon auf Nitroglycerin, Schießbaumwolle und Nitromannit zu untersuchen und festzustellen, ob die chemisch wirkenden Lichtstrahlen einen Einfluß auf die mehr oder mindere Zersetzbarkeit dieser Verbindungen unter Einwirkung des Ozons ausüben.

Das Nitroglycerin, das ich zu meinen Versuchen verwendete, war schwach gelb gefärbt, reagirte neutral und entspricht nach den Analysen, die ich ausführte, der Formel $C_3H_5N_3O_9$. Es zerlegte sich unter Einwirkung des Ozons in Salpetersäure und Glycerinsäure, welche letztere ich in der Form ihres Kalksalzes bestimmt habe.

Die Schießbaumwolle gab bei der Analyse Zahlen, welche, mit den aus der Formel berechneten zusammengehalten, ergeben, daß sie reine Trinitrozellulose ist. — Dieselbe zeigte bei gleicher Behandlung wie das Nitroglycerin nach kurzer Zeit die beginnende Zersetzung durch das Auftreten untersalpetersaurer Dämpfe und nach dem Unterbrechen des Versuches im wässerigen Extracte Salpetersäure und Oxalsäure. Der Nitromannit wurde in schönen weißen Krystallen der Einwirkung des Ozons ausgesetzt, zersetzt sich schneller wie die beiden anderen Verbindungen und liefert bei der Zersetzung Salpetersäure und Oxalsäure.

einer bemerkenswerthen Studie über die Physiologie des Ureter hingewiesen.

Die älteren Arbeiten über unseren Gegenstand entbehren zum Theil rücksichtlich der künstlichen Erregung der Nerven einer exacten Untersuchungsmethode; sie leiden aber namentlich an dem Fehler, daß die bezüglichen Angaben auf einer nur geringen Anzahl von Versuchen beruhen. In letzterem Umstande liegt sicherlich ein Hauptgrund für die Verschiedenheit der von verschiedenen Beobachtern gesehenen Erscheinungen und deren verschiedene Auffassung. Nur durch eine sehr große Reihe von Beobachtungen darf man hoffen, die wichtigsten Bewegungserscheinungen des Darmes klar zu stellen und durch eine sorgfältige Analyse der jeweils herrschenden Bedingungen dem causalen Zusammenhange und dem Gesetze auf die Spur zu kommen. Ferner dürfte auch darin gefehlt worden sein, daß man die Contractionserscheinungen des Darmes nur isolirt in Betracht zog, und zu wenig in Übereinstimmung zu bringen suchte mit den an anderen aus glatten Muskelfasern bestehenden Organen gemachten Erfahrungen. In dieser Hinsicht haben besonders die aus dem letzten Decennium stammenden Arbeiten über die Contraction der Gefäßmuskulatur und deren Innervation für die Auffassung der Darmbewegungen manchen wichtigen Fingerzeig gegeben.

Das Studium der Darmbewegungen kann auf die Beantwortung von wesentlich von einander verschiedenen Fragen gerichtet sein. Wir wollen an dieser Stelle sofort bemerken, daß wir in den Kreis unserer Untersuchungen nicht die verschiedenen Erscheinungsweisen der peristaltischen Bewegungen des Nahrungsschlauches hereingezogen haben. Wir setzen voraus, daß der Leser eine annähernde Vorstellung von der Art und Weise des Bewegungsvorganges hat, wenn wir von Bewegungen des Darmes schlechtweg reden. Zweitens haben wir die Erörterung der Frage, in welcher Weise während des Lebens die Bewegungen des Darmes ablaufen und von welchen Bedingungen das Auftreten derselben abhängt, für jetzt nicht in Angriff genommen. Diese letztern, einen Kernpunkt betreffenden Untersuchungen werden erst dann wohl mit Erfolg aufgenommen werden können, wenn gewisse Vorfragen einer befriedigenden Lösung zugeführt worden sind.

Was wir bei vorliegenden Versuchen vorzugsweise ins Auge gefaßt haben, war: die Abhängigkeit der Darmbewe-

Untersuchungen über Darmbewegungen.

Von Dr. Sigmund Mayer und Dr. S. v. Basch.

Einleitung.

Die Lehre von den Bewegungen des Darmcanales ist als eine in mehrfacher Hinsicht wichtige für unsere Einsicht in die Functionen des Thierleibes anzusehen. Für das Verständniß der Verdauungsvorgänge kann eine genaue Kenntniß der Bewegungen des Darmes und ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Bedingungen nicht entbehrt werden. An die Erforschung aller die Darmbewegungen betreffenden Momente knüpft sich aber noch ein weiteres Interesse. Einzelne Organe des Urogenitalapparates ausgenommen, hat nirgends mehr im Körper die glatte Musculatur eine so enorme Verbreitung als im Darmschlauche. Durch ein eingehendes Studium der Bewegungen des Nahrungsschlauches durften wir also hoffen, auch einige Beiträge zur allgemeinen Physiologie der glatten Muskelfaser, die nicht in der einfachen Weise dem Studium zugänglich ist, wie dieß durch das Muskel- und Nerv-Muskelpräparat des Frosches, hinsichtlich der quergestreiften Muskelfaser der Fall ist, liefern zu können.

Die Darmbewegungen sind schon vielfach untersucht worden, sowohl in Rücksicht auf den Modus ihres Ablaufes als auch hinsichtlich ihrer Ursachen, resp. der Bedingungen, unter welchen sie aufzutreten pflegen. Seitdem in den letzten Decennien die physiologische Forschung sich mit Vorliebe andern Problemen zugewendet, ist dieses Thema aber geradezu vernachlässiget worden. Mit vollem Rechte hat hierauf in der jüngsten Zeit Th. W. Engelmann[1]) in

[1]) Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, 1869, pag. 243.

die Blutcirculation in wesentlicher Weise beeinflußt, sei es auf rein mechanischem Wege durch Torquirung von größeren Gefäßstämmen etc., sei es durch Einführung von Reizen für die Gefäßwandungen. Bei Versuchen an Hunden ist es nothwendig, das, wie eine Schürze über die Eingeweide gebreitete, Netz zurückzuschlagen, um den Gang der Darmbewegungen beobachten zu können; an Kaninchen müssen öfters die dicken Gedärme zur Seite gelegt werden, alles natürlich ohne die darunter liegenden dünnen Gedärme, auf welche sich vorzugsweise unsere Aufmerksamkeit richtete, zu insultiren.

Diejenigen Momente nun, welche bei der vollständigen Eröffnung der Bauchhöhle und der damit gegebenen Entblößung der Gedärme ins Spiel kommen, sind folgende.

Die bei der Eröffnung der Bauchhöhle, insbesondere bei Kaninchen sich einstellenden Darmbewegungen hat man früher dem Reize der Luft zugeschrieben. Schiff hat zuerst gegen diese Auffassung Opposition erhoben, und zwar mit Recht. In der Weise, wie man sich früher den Einfluß der Luft, als ein den Darm direct reizendes Moment dachte, wirkt diese sicher nicht. Doch darf man nicht übersehen, daß viele Erfahrungen vorliegen, welche darthun, daß, unter dem Einflusse der Eröffnung der Bauchhöhle, die Blutcirculation in Folge von Zusammenziehung oder Erschlaffung der kleinen Arterien wichtige Veränderungen erleiden kann. So haben Ludwig und Cyon (Sächs. Sitzgsber. Jahrg. 1866, pag. 315) an curarisirten Kaninchen beobachtet, daß mit dem Eröffnen der Bauchhöhle der Blutdruck anstieg und die Pulse seltener wurden, daß aber die Erhöhung des Blutdruckes nur eine vorübergehende sei, denn er sinke bald wieder zu einem Werthe ab, der unter dem normalen Drucke liegt. Es folgt aus diesen Versuchen, daß die Arterienmuskulatur durch die Berührung mit der Luft zuerst gereizt wird, sodann aber eine Verminderung ihres Tonus erfährt. So dürfte denn der Reiz der Luft mehr eine indirecte, durch Einfluß auf die Gefäße bedingte Rolle bei der Hervorrufung von Darmbewegungen spielen.

Wie alle Gewebe erleiden auch die in die Zusammensetzung der Darmwandungen eingehenden Bestandtheile Veränderungen durch das Austrocknen. Dieser Umstand kann aber nur da in sehr störender Weise eingreifen, wo der Kreislauf des Blutes voll-

ständig abgeschnitten ist und für das verdunstende Wasser nur Ersatz von außen geboten werden kann; dieß trifft beim Darme nicht zu, in welchem, während des Versuches die Circulation des Blutes nicht aufgehoben ist. Ein weiterer günstiger Umstand, welcher die durch das Austrocknen bedingten Nachtheile zu verringern im Stande ist, liegt darin, daß die erregbaren Bestandtheile der Darmwandungen, auf welche es vorzugsweise ankommt, nicht frei an der Luft liegen, sondern von dem *Peritoneum viscerale* überkleidet sind. Auf dieses erstreckt sich denn auch hauptsächlich der Wasserverlust; aus dem vertrockneten Aussehen desselben ist aber nicht ohneweiteres auf eine gleiche Beschaffenheit der darunter gelegenen Muskulatur und nervösen Apparate zu schließen. Man kann sich leicht überzeugen, daß Därme, die oberflächlich vertrocknet erscheinen, sich auf verschiedene (natürliche) Reize noch sehr energisch zusammenziehen, zum Beweis, daß die Erregbarkeit noch nicht verloren gegangen ist. Es soll nur flüchtig daran erinnert werden, daß man auf diese Verhältnisse Rücksicht nehmen muß bei der directen elektrischen Reizung des Darmes. Durch die trockne oberflächliche Schichte wird dem Strome ein sehr großer Widerstand gesetzt, so daß oft starke Ströme eine locale Zusammenziehung nicht hervorzubringen vermögen. Da es aber zu gleicher Zeit gelingt, durch mehr adäquate Reize, zum Beispiele, durch Blut von bestimmter Beschaffenheit Contractionen zu erzeugen, so muß man sich hüten, ohne leicht anzustellende Gegenversuche, voreilig die Erregbarkeit des Darmes als geschwunden anzusehen. Wir haben es öfters für gut befunden, Darmschlingen, deren oberflächliche Schichten der Vertrocknung anheim gefallen waren, durch Bestreichen mit Blutgerinseln anzufeuchten. Ohne also die durch das Vertrocknen eingeführten von der Norm sich entfernenden Umstände zu übersehen, darf man wohl behaupten, daß hiedurch in die Versuche über Darmbewegungen nach der oben angegebenen Methode keine fundamentalen Fehler eingeführt werden.

Ein dritter zu berücksichtigender Punkt liegt in der durch die Entblößung der Gedärme herbeigeführten Abkühlung derselben. Man hat derselben vorzubeugen gesucht, durch Bedecken der Eingeweide mit erwärmten Tüchern in den bei den Beobachtungen eintretenden Pausen. Hievon haben wir nie Gebrauch gemacht, weil durch die Berührung der Därme ein neuer Fehler eingeführt wird,

von dem man nicht weiß, ob er nicht vielleicht größer ist, als der zu umgehende. Auch hier ist zu bemerken, daß die Abkühlung in den tieferen Schichten der Darmwandungen, wenn anders die Blutcirculation dauernd im Gange ist, keinen allzu hohen Grad erreichen kann. Wir haben uns überzeugt, daß der Darm, selbst nach sehr langem Bloßliegen an der Luft, unter Fortdauer des Kreislaufes, trotz leicht constatirbarer Abkühlung seine Erregbarkeit durchaus nicht einbüßt. Nach anderen Erfahrungen, insbesondere am bloßliegenden Herzen, ist es wahrscheinlich, daß eine Abkühlung reizbarer Gewebe, bei erhaltenem Blutkreislaufe wohl die Erregbarkeit absolut in etwas heruntersetzt, das vollständige Absinken der Erregbarkeit bis zu Null aber in Folge der gesunkenen functionellen Energie, durch längere Zeit hindurch hinauszuschieben vermag. Die eintretende Abkühlung des Thieres macht es während des Winters nothwendig, die Versuche über Darmbewegungen im wohlgeheizten Zimmer vorzunehmen.

Im Beginne unserer Versuche haben wir am unbetäubten Thiere (Kaninchen) gearbeitet. Sehr bald aber wandten wir uns an mit Curare vergiftete Thiere (Kaninchen und Hunde). Wir griffen zu letzterem Gifte im Hinblicke auf die Erfahrung, daß dasselbe die glatte Muskulatur der Gefäße nicht beeinflußt und den functionellen Zusammenhang zwischen Nerv und Muskelfaser nicht stört. Durch mäßige Dosen des Giftes gelingt es, die Nerven der quergestreiften Skeletmuskulatur vollständig zu lähmen, während es nach wie vor möglich ist, glatte Muskelfasern vom Nerven aus zur Zusammenziehung zu bringen. Die Vermuthung, daß sich in dieser Beziehung die Muskulatur des Darmes und diejenige der Gefäße nicht verschieden verhalten mögen, hat sich durch den directen Versuch bestätiget. Man kann ein Thier durch Curare lähmen, und es zeigt sich, daß diese Lähmung sich nur auf die quergestreifte Muskulatur erstreckt, während unter Einführung der künstlichen Respiration an der Darmmuskulatur nach wie vor vom Nerven aus Contractionen hervorzurufen sind. Übermäßige Dosen von Curare üben übrigens ebenfalls auf die glatte Muskulatur einen lähmenden Einfluß aus. Auf entgegengesetzte diesen Punkt betreffende Angaben anderer Forscher werden wir an einer späteren Stelle zurückzukommen haben.

Was die Darstellung dieser, sich auf gegen 120 Thiere erstreckenden Versuche anbetrifft, so glaubten wir von der ausführ-

lichen Mittheilung der uns vorliegenden Versuchsprotokolle absehen zu dürfen. Letzteres erscheint uns nur da geboten, wo es sich um Messungen handelt; in dem hier vorliegenden Falle würde dieß zur Klarstellung des Sachverhaltes nichts beitragen können, wohl aber den Gang der Darstellung schleppend machen und erschweren.

Bezüglich der Beurtheilung der Resultate von Reizversuchen haben wir schon in unserer ersten vorläufigen Mittheilung über diesen Gegenstand [1]) auf die Vorsichtsmaßregeln aufmerksam gemacht, die man hier gebrauchen muß; aus diesem Grund kommen wir an dieser Stelle nicht wieder darauf zurück.

II.

Die Verrichtungen sowohl der nervösen Organe als auch der contractilen Elemente des Körpers stehen, wie durch vielfache Beobachtungen und Versuche dargethan worden ist, in inniger Abhängigkeit von der Menge und der Beschaffenheit des in ihnen kreisenden Blutes. Für die Contractionserscheinungen am Darme hat man schon seit längerer Zeit die Beziehungen des Blutes, nach Qualität und Quantität in Betracht gezogen; in Rücksicht auf die erhaltenen Resultate ist aber eine Übereinstimmung nicht erzielt worden.

Schiff [2]) hat zuerst einen wichtigen Versuch angegeben, dem zufolge, auf Compression der Aorta, die Därme in Bewegung gerathen sollen; hieraus schließt Schiff, daß die Anämie und der Mangel der Blutbewegung ein Reiz sei für die Muskulatur der Gedärme. Er knüpft an diesen Versuch weitere Betrachtungen über die Ursache der Bewegungen des Darmschlauches post mortem und glaubt, dieselben verdankten ebenfalls ihre Entstehung der im Tode eintretenden Anämie und sistirten Blutbewegung. Die Versuche von Schiff wurden von mehreren Seiten bestätigt, so von Krause, Nasse, Donders, Spiegelberg; andere Beobachter jedoch konnten sich

---

[1]) Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie 1869, pag. 391.

[2]) Froriep's Tagesberichte Juni 1851 und Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Jahr 1859, pag. 105.

von einem solchen regelmäßigen Erfolge der Aortencompression nicht überzeugen, wie Betz, Martin u. A.

Während Schiff bei seiner Theorie der Darmbewegungen wesentlich nur die Quantität des Blutes und die Circulationshemmung, Betz bloß den Blutmangel berücksichtigte, hat Brown-Sequard[1]) das Hauptgewicht auf die Qualität des Blutes gelegt und die Ansicht ausgesprochen: „Blut von venöser Beschaffenheit (sehr mit Kohlensäure beladen) sei ein Reiz für die contractilen und nervösen Gewebe". Donders[2]) glaubt, jede Veränderung in der Circulation des Blutes könne ein reizendes Moment für die nervösen Apparate oder die Muskulatur des Darmes setzen.

Wir haben den hier in Frage kommenden Verhältnissen unsere Aufmerksamkeit zugewendet und über diesen Punkt eine sehr beträchtliche Reihe von Versuchen an Hunden und Kaninchen angestellt. Die Compression der Aorta wurde in der Art vorgenommen, daß die eine Brusthöhle eröffnet wurde, nachdem vorher die *a. a. intercostales* unterbunden worden waren. Die Aorta wurde von ihrer Umgebung möglichst isolirt, um einem von Ludwig[3]) erhobenen Bedenken auszuweichen, es möchten gleichzeitig mit der Compression der Aorta sympathische, zum Darme sich hinbegebende, motorische Nervenfasern gereizt werden.

Was nun den Effect der Aortencompression betrifft, so ist in der Mehrzahl der Fälle, besonders bei Kaninchen, mit Leichtigkeit zu constatiren, daß an dem vorher regungslos daliegenden Darme Contractionen sowohl der Längs- als der Querfasern auftreten; beim Hunde sind die Bewegungen da, wo sie überhaupt zur Beobachtung kommen, ungleich schwächer als beim Kaninchen; bei letzterem Thiere sieht man zuweilen auf Aortencompression einen wahren Sturm von Bewegungen sich ausbilden. Es schwankt aber nicht nur die Intensität derselben in weiten Grenzen, sondern auch bezüglich der Zeit, nach welcher die Bewegungen zur Ausbildung kommen, herrschen große Verschiedenheiten. Sicherlich mögen unter den-

---

[1]) Die Abhandlungen von Brown-Sequard konnten wir leider im Original nicht einsehen. Die Hauptsätze seiner Lehre hat Krause wörtlich citirt in Heidenhain's Studien des physiologischen Institutes zu Breslau, II. Heft, 1863, pag. 31.

[2]) Lehrbuch der Physiologie des Menschen, übersetzt von Theile, 1856, pag. 296.

[3]) Lehrbuch der Physiologie des Menschen, II. Bd. pag. 616.

jenigen Fällen, in welchen frühere Beobachter auf Compression der Aorta Contractionen vermißt haben, solche gewesen sein, in denen das Abschneiden der Blutzufuhr zu kurz gedauert hat, um den beschriebenen Effect hervorzurufen. Wir können aber Nasse[1]) nicht beipflichten, wenn er alle in dieser Beziehung gesammelten negativen Erfahrungen auf eine zu kurze Dauer der Compression schiebt. Wir haben Fälle notirt, in denen die Compression der Aorta fünf und mehr Minuten dauerte, und wobei sich keine oder nur äußerst schwache Bewegungen ausbildeten. Auch in Krause's Versuchen scheinen derartige Beobachtungen vorgekommen zu sein. Es ist im Hinblick auf diese Erfahrungen schwer, die von Betz, Martin u. A. gemachten Angaben zu kritisiren, da es unentschieden bleiben muß, ob an ihren negativen Resultaten wirklich die kurze Dauer der Compression, oder nur die sehr kleine Anzahl der Versuche und die bei denselben herrschenden der Bewegung wenig günstigen Bedingungen schuld waren. An der Thatsache aber, daß in einer überaus großen Anzahl von Fällen auf Compression der Aorta die Darmmuskulatur in Contraction geräth und daß diesen Contractionen nur der Eingriff in die normale Blutcirculation zu Grunde liegt, kann billigerweise kein begründeter Zweifel mehr erhoben werden.

Indem wir dazu übergehen, die in Folge von Compression der Aorta auftretenden Darmbewegungen näher zu discutiren, so drängt sich zunächst die Einsicht auf, daß der Ausgangspunkt derselben an verschiedenen Stellen aufgesucht werden kann; denn durch Compression eines so mächtigen Gefäßrohres, wie der *Aorta thorac.* nahe ihrem Durchtritte durch das Zwerchfell wird nicht allein das von derselben versorgte Gefäßterritorium direct, sondern auch die Circulationsverhältnisse in anderen Körpertheilen indirect betroffen. Insbesondere muß der Druck in den Gefäßen des Hirns und Rückenmarkes steigen; es ist aber bekannt, daß in Folge steigenden Druckes im Hirn die Ursprünge der hemmenden Vagusfasern erregt werden. Es wäre sonach auch möglich, daß allenfalsige im Vagus, Rückenmark oder Sympathicus verlaufende, motorische, für den Darm bestimmte Fasern auf diese Art in Erregungen versetzt wurden, und demgemäß die Ursache der Darmbewegungen auf Compression der

[1]) Beiträge zur Physiologie der Darmbewegungen, 1866, pag. 31.

Aorta nicht sowohl im peripherischen Gefäßbezirke, als vielmehr in den nervösen Centren zu suchen sei. Unsere darauf gerichteten Versuche haben auf diese Frage eine negative Antwort gegeben. In einer Anzahl von Versuchen haben wir vor der Compression der Aorta die beiden *N. Vagi* am Halse aufgesucht und soweit bloßgelegt, um sie in einem gegebenen Momente durchschneiden zu können. Sodann wurde die Compression der Aorta vorgenommen, und wenn die Bewegungen in Folge derselben deutlich ausgebildet waren, nach einer Pause derselbe Versuch wiederholt, nachdem vorher die beiden *Vagi* durchgetrennt waren. Es zeigte sich, daß der Effect der Aortencompression hiedurch in keiner Weise beeinträchtigt wurde; die centrale Reizung allenfalsiger in der Bahn der *N. Vagi* zum Darm verlaufender, motorischer Fasern konnte somit ausgeschlossen werden. In gleicher Absicht haben wir nun auch versucht, ob durch die Aortencompression eine centrale Reizung von motorischen Fasern gesetzt wird, die in der Bahn des Splanchnicus, des Sympathicus am Halse oder im Rückenmark nach abwärts zum Darme verlaufen. Die Durchschneidung der Sympathici am Halse, die Durchtrennung des Rückenmarkes in seinem Halstheile und der *Nn. Splanchnici* in der Brusthöhle nahe ihrem Durchtritte durch das Diaphragma vermochten nicht, die Wirkung der Compression der Aorta zu verhindern. Hienach kann auch eine in den Centren stattfindende Erregung von in den aufgeführten Bahnen verlaufenden, motorischen Darmnerven ausgeschlossen werden.

Somit sind wir im Hinblick auf die Resultate der eben mitgetheilten Versuche gezwungen, die näheren Ursachen der bei Aortencompression auftretenden Bewegungen in der Peripherie zu suchen. Der Herd der Reizung kann aber auch hier wieder an verschiedenen Orten gelegen sein. Die zum Darme hinziehenden, peripherischen Nervenfasern des Vagus sowohl wie des Splanchnicus durchsetzen nämlich vorher die Ganglienmassen, welche im sogenanten *plexus solaris* angehäuft sind. Es ist gedenkbar, daß mit der Compression der Aorta Bedingungen gegeben werden, durch welche die Ganglienzellen dieses Plexus in Erregung versetzt werden, und der Grund der auftretenden Bewegungen des Darmes somit in außerhalb der Darmwandungen gelegenen nervösen Organen gesucht werden müßte Es ist aber ebenso gut möglich, daß durch den Eingriff in die normale Blutcirculation ein reizendes Moment gesetzt wird für die

in die Darmwandungen eingeschalteten Gangliensysteme oder auch direct für die glatten Muskelfasern. Es wäre von der höchsten Wichtigkeit, auch noch für andere in dieser Beziehung sich aufwerfende Fragen, eine bestimmte Antwort auf dem Wege des Versuches zu erhalten, an welchen eben bezeichneten Localitäten die Reizung stattfindet. Wir haben uns auch vielfach bemüht, durch Experimente (Exstirpation des *plex. solaris*) über diesen Punkt einige Aufschlüsse zu gewinnen. Wer die Schwierigkeit derartiger Versuche kennt, wird mit uns übereinstimmen, daß die Resultate derselben so wenig exact sind, daß man von deren Verwerthung abstehen muß. Ebenso gibt es keine hinlänglich sicheren Anhaltspunkte, um zu entscheiden, ob in einem gegebenen Falle der Zustand der Erregung von den gangliösen Apparaten, oder aber von der Muskulatur des Darmes direct ausgeht. Wir müssen also diese Fragen bis auf Weiteres in suspenso lassen.

Indem wir die durch Compression der Aorta gesetzten Bedingungen einer eingehenderen Analyse unterziehen, haben wir uns gegen die von Schiff zuerst aufgestellte, von anderen Forschern, wie Nasse, adoptirte Ansicht zu wenden, den in Folge einer vorübergehenden Compression der Aorta im Darme entstehenden Zustand als „Anämie" aufzufassen. In der Pathologie mag man mit „Anämie" einen bestimmten Zustand der Organe immerhin bezeichnen, in der Physiologie aber müssen wir in dieser Beziehung etwas genauer vorgehen.

Offenbar wird im Momente, in welchem durch Zuklemmen der Aorta das weitere Einströmen von Blut verhindert wird, in allen abwärts von der Compressionsstelle gelegenen Gefäßbezirken noch Blut vorhanden sein, Blut von einer Beschaffenheit, welches der gerade herrschenden Intensität des Athmungsprocesses, mag dieser natürlich oder künstlich unterhalten werden, entspricht. Es wird auch das Blut, obwohl einer seiner wesentlichsten Triebkräfte beraubt, nicht vollständig in dem Gefäßbezirke des Unterleibes stagniren, sondern durch die Elasticität der Arterienwandungen, unter bestimmten Bedingungen auch wohl durch die active Contraction der Arterienmuskulatur, eine nach dem Capillarsystem hingerichtete Locomotion erfahren. Es muß aber nothwendigerweise die vom Strome des normal dem Athemprocesse unterlegenen Blutes abgesperrte Blutmenge wesentliche Veränderungen ihrer Zusammensetzung erleiden.

Diese Veränderungen können ihrer Natur nach keine anderen sein, als die durch Behinderung des Athemprocesses erzeugten: durch den Lebensproceß der Darmwandungen entstehen sicherlich Körper, welche in den Blutstrom übertreten, hier aber nicht, wie dieß normalerweise der Fall ist, entweder sofort weiter verändert oder forttransportirt werden, sondern sich anhäufen müssen. Im Anschlusse an eine jüngsthin von Hering[1]) gemachte Auseinandersetzung und eine an dieselbe sich knüpfende Nomenklatur, wollen wir den nächsten Effect der Aortencompression darin suchen, daß der Darm aus dem Zustand der Eupnoe in denjenigen der Dyspnoe übergeht; es braucht hiebei nicht näher auseinandergesetzt zu werden, daß der Grad der sich ausbildenden Dyspnoe abhängig sein muß, einmal von dem Thätigkeitsgrade der in die Zusammensetzung des Darmes eingehenden Gewebe, sodann von der Dauer der Compression, mit welcher der Grad der Ausbildung des dyspnoëtischen Zustandes sich steigern muß.

Nach diesen Bemerkungen wollen wir dazu übergehen, dasjenige Beweismaterial vorzuführen, welches dazu dienen soll zu erhärten, daß die bis zu einem gewissen Grade ausgebildete Dyspnoe des Darmes letzteren zu Contractionen veranlaßt. Wir gehen hiebei aus von Versuchen, in welchen die Dyspnoe nicht sowohl im Darme selbst zum Entstehen gebracht wird, sondern vielmehr, als eine allgemeine, durch den ganzen Körper verbreitet, durch Unterbrechung der Respiration herbeigeführt wird. Soweit wir finden, hat zuerst Krause (l. c.) Versuche beschrieben, in welchen, auf Zuklemmung der Trachea, Bewegungen des Darmes auftraten. Nasse (l. c.) berichtet nur über negative Resultate.

Wir haben den Einfluß der unterbrochenen Athmung auf die Bewegungen des Darmrohres in einer sehr großen Anzahl von Versuchen studirt. Es zeigte sich, daß in einer ungemein großen Anzahl von Versuchsthieren 1, 2 bis 3 Minuten nach dem Abscheiden der Luft der vorher ruhige Darm anfing sich zu bewegen. Dieser Effect ließ sich beobachten sowohl an unvergifteten Thieren, die in normaler Weise athmeten, als auch an solchen, welche mit Curare

[1]) Über Athembewegungen des Gefäßsystems. Wiener Sitzungsberichte 1869 December, Bd LX.

vergiftet waren, und bei welchen die künstliche Respiration instituirt worden war. Sobald das Thier wieder selbstständig zu athmen angefangen, oder die künstliche Respiration wieder eingeleitet worden war, kehrte der Darm, nachdem sich öfters mit den ersten Athemzügen eine Verstärkung der Bewegungen eingestellt hatte, wieder zur Ruhe zurück, entweder in allen vorher sich bewegenden Schlingen oder in dem größeren Theile derselben. Es ist zu bemerken, daß dieser Versuch bei Kaninchen ungleich frappantere Resultate ergibt, als beim Hunde; doch haben wir auch hier, an mit Curare vergifteten Thieren, die Wirkung der gestörten Athemthätigkeit auf die Darmmuskulatur in voller Deutlichkeit beobachtet. Hier ist auch wohl der Ort, um einer von Martin [1]) herrührenden, von Nasse (l. c.) bestätigten Angabe zu gedenken, der zufolge Curare eine Contraction des Darmes hervorrufen soll. Besondere auf die Controle dieser Wirkung gerichtete Versuche haben uns überzeugt, daß die von den genannten Beobachtern gesehenen Bewegungen keinen anderen Grund haben, als die durch das Curare gesetzte Lähmung der Athemmuskulatur respective die hiedurch hervorgerufene Dyspnoe. Wir haben diese Bewegungen immer vermißt, wenn wir, sobald die Athembewegungen des Versuchsthieres anfingen sehr schwach zu werden, die künstliche Respiration einführten. Niemals konnten wir Bewegungen verzeichnen, welche als eine Wirkung des in das Blut gelangten Giftes hätten aufgefaßt werden dürfen.

Es bedarf, bezüglich der in Folge gestörter Respiration auftretenden Darmbewegungen, des näheren Nachweises, daß hiebei wirklich die Reizung von der dyspnoetischen Beschaffenheit des Blutes an der Peripherie ausgeht. Umsomehr ist hier Vorsicht geboten, als wir wissen, daß durch die Dyspnoe des Gehirnes außer den motorischen Nerven der quergestreiften Muskulatur, auch die Hemmungsfasern für das Herz im Vagus und die vasomotorischen Nerven in Erregung versetzt werden. Es waren somit Versuche angezeigt, um auszuschließen, daß die Bewegungen des Darmes nicht einem in den nervösen Centren gesetzten, auf der Bahn der zum

[1]) Über die peristaltischen Bewegungen des Darmcanales. Dissertation. Giessen 1859. Schon früher hatte Kölliker angegeben, daß durch Curare die peristaltischen Bewegungen des Darmes verstärkt werden. Auch Traube hat an einem mit Curare vergifteten Hunde heftige Darmbewegungen auftreten gesehen.

Darme hintretenden Nerven hinabgleitenden Erregungszustande ihre Entstehung verdanken.

Die Versuche ergaben, daß die durch Unterbrechung der Respiration hervorgerufenen Darmbewegungen nicht aufhören, wenn man die beiden *Vagi* und *Sympathici* am Halse, die *Splanchnici* in der Brusthöhle durchtrennt oder das Rückenmark in seinem Halstheile durchschneidet. Einer besonderen Discussion bedürfen noch die beiden letzteren Operationen, wodurch bezweckt wurde, allenfalsige im Rückenmarke und den *Nn. Splanchnicis* zum Darme herabsteigende motorische Nervenfasern vom Hirne zu trennen, weil hiebei gleichzeitig auch die vasomotorischen Nervenfasern des Darmgefäßsystems, die für gewöhnlich einer tonischen Erregung im Hirne unterliegen, ausser Spiel gesetzt werden. Nun ist aber durch Untersuchungen von Thiry, Traube u. A. dargethan worden, daß durch Dyspnoe des Hirnes die vasomotorischen Nervencentren erregt werden, in Folge welcher Erregung die kleinen Arterien sich verengern, und der Blutdruck steigt. Es werden sich also auch, bei Unterdrückung der Respiration, die Gefäße der Därme verengen, vorausgesetzt, daß die Erregbarkeit derselben nicht gelitten hat, und so wird dem Einströmen des venös gewordenen Blutes ein gewisser Widerstand entgegengesetzt werden. Auf diesen Umstand sind zwei Erscheinungen zurückzuführen, die wir bei unseren Versuchen über den Einfluß der gestörten Respiration auf die Darmbewegungen zu beobachten Gelegenheit hatten. Einmal nämlich zeigte sich, daß im Anfange des Versuches zu einer Zeit, in welcher die Erregbarkeit der Gefäßwandungen noch gut erhalten und die Verbindung der vasomotorischen Nerven des Unterleibgefäßsystems mit dem verlängerten Marke intact war, die Bewegungen des Darmes auf Aussetzen der Respiration viel länger auf sich warten ließen und schwach ausgebildet waren; im weiteren Verlaufe des Versuches aber wurden die Contractionen stärker und traten rascher nach Coupirung der Luft auf. Sodann stellte sich heraus, daß die Wirkung der gestörten Respiration auf die Darmmuskulatur in sehr eclatanter Weise auftrat, wenn vorher, durch Durchschneidung des Rückenmarkes in seinem Halstheile, die Gefäße des Darmes zur Erweiterung gebracht waren und so einer weiteren Beeinflussung derselben durch die Erregung der vasomotorischen Centren vorgebeugt war. Das waren Fälle, in denen mit dem sichtlichen Dunkelwerden des Blutes in den deutlich erweiterten

Gefäßen die Bewegungen begannen, um mit Wiederrothwerden allmählig einer totalen Ruhe wieder Platz zu machen; hier ließ sich auch der Wechsel zwischen Ruhe und Bewegung in Folge der sistirten und wieder aufgenommenen Respiration beliebig oft in ausgezeichneter Weise demonstriren. Nach diesen Versuchen nun läßt es sich kaum mehr bezweifeln, daß durch die Anwesenheit von dyspnoischem Blute im Darme ein erregendes Moment für die irritabeln Gebilde desselben gesetzt wird; hiebei gehen wir gar nicht näher auf die schon von Krause[1]) für die Darmmuskulatur, von anderen Forschern für andere Organe, besonders für das Gehirn, ventilirte Frage ein, ob das erregende Moment in dem Mangel an Sauerstoff oder in der angehäuften Kohlensäure zu suchen sei. Die Übereinstimmung nun zwischen dem Effecte der Aortencompression und der gestörten Respiration, insoferne beide Eingriffe den Blutgehalt des Darmes in demselben Sinne zu verändern bestrebt sind, braucht nicht näher hervorgehoben zu werden.

Wir haben aber weiterhin durch Transfusionsversuche uns überzeugt, daß der oben ausgesprochene Satz über die Wirkung des dyspnoëtischen Blutes auf die reizbaren Bestandtheile des Darmes sich auch auf diesem Wege erhärten läßt. Die einschlägigen, äußerst mühevollen Experimente wurden in folgender Weise angestellt. Zwei Hunde, ein möglichst großer und ein kleiner, wurden mit Curare vergiftet. Dem kleineren wurde dann in die Carotis der einen Seite eine Canule eingebunden, um das Thier aus derselben verbluten zu lassen, wobei darauf Rücksicht genommen wurde, den Darm möglichst blutleer zu machen. So rasch als möglich wurde dann eine Canule in die *Aorta thoracia* desselben Thieres eingebunden und die Bauchhöhle eröffnet. Der Darm war sehr blaß, hie und da lief

---

[1]) Krause sagt l. c. pag. 45 „Wir müssen uns deßhalb auf den allgemeinen Ausdruck beschränken, daß beim Aufhören der Zufuhr arteriellen Blutes zum Darme innerhalb der in diesem gelegenen motorischen Centren ein reizendes Moment gesetzt wird, welches zu peristaltischen Bewegungen Anlaß gibt."

Directe Injectionen von CO_2 und von mit CO_2 imprägnirtem defibrinirtem Blute in das Darmgefäßsystem bleiben ohne bewegende Wirkung. Nasse hat seine früher geäußerte Vermuthung über das Zustandekommen der Bewegungen bei Aortencompression (Wasserabgabe seitens der Nervenzellen in den Darmwandungen) neuerdings fallen gelassen. Vgl. Centralblatt für die Medic. Wissensch. 1870, pag. 275.

an demselben eine schwache Contractionswelle ab. Unterdeß war an dem großen Hunde die Carotis bloßgelegt und eine Canule in dieselbe eingebunden worden. Neben dieses Thier wurde das erste nun so gelagert, daß zwischen die Canule in der Aorta des einen und der Carotis des anderen Hundes nur ein sehr kurzes, vorher in kohlensaures Natron eingeweichtes Kauschukverbindungsstück eingeschaltet zu werden brauchte. Um die Herzthätigkeit des großen transfundirenden Hundes gut im Gange zu halten, wurde die künstliche Respiration fortunterhalten und dann das Blut des einen Thieres in den Darm des anderen überströmen lassen.

Es zeigte sich nun, daß mit dem Einströmen des hellrothen Blutes in den vorher ruhigen oder nur äußerst schwache Contractionen aufweisenden Darm derselbe einen plötzlichen rasch ablaufenden Bewegungsstoß ausführt. Im weiteren Verlaufe des Einströmens kehrte der Darm zur Ruhe zurück. Während nun aber unter den Augen des Beobachters das vorher helle Blut in den Gefäßen des Darmes zu dunkeln begann, zeigten sich auch am Darme leichte Contractionen, welche sich nach und nach steigerten und in mäßiger Stärke längere Zeit anhielten. Es beweist also auch dieser Versuch, ebenso wie die mit gestörter Respiration und Compression der Aorta, die reizende Wirkung des venösen Blutes, wobei es gleichgiltig erscheint, ob die Venosität dem Blute durch die gehinderte Wechselwirkung desselben mit dem Sauerstoff der Luft in Folge der sistirten Athmung, oder durch Isolirung eines Gefäßbezirkes vom Reservoir des hellrothen Blutes herbeigeführt wird. Es zeigen die Transfusionsversuche auch weiterhin aufs neue, daß die wesentliche Ursache der Darmbewegungen in Folge der geschilderten Eingriffe in die Peripherie verlegt werden muß.

Sowohl bei den Experimenten mit Compression der Aorta, wie bei denen mit Unterbrechung der Respiration und directer Transfusion hellrothen Blutes in den Darm haben wir eine Erscheinung beobachtet, welche Erwähnung verdient. Es ist dieß eine mit dem Wiedereinströmen des Blutes nach Lösung der Compression, dem Wiederaufnehmen der Respiration und dem Einströmen des hellrothen transfundirten Blutes in den nur wenig Blut enthaltenden

Darm, eintretende, auffällige, plötzliche Verstärkung der Bewegungen, von welcher aus der Darm erst wieder zur Ruhe zurückkehrt. Auch Krause hat diese Bewegungsverstärkung gesehen [1]), und wir können uns der von denselbem gegebenen Erklärung dieses Phänomens nur anschließen. Mit dem Eintritte der drei oben bezeichneten Operationen wird den irritabeln Gebilden wieder Sauerstoff zugeführt und hiedurch die Erregbarkeit derselben momentan erhöht; zu derselben Zeit aber sind die die Bewegungen vermittelnden Reize noch vorhanden und vermögen, wenn auch nur kurze Zeit eine erhöhte Wirksamkeit zu entfalten. Der Erregbarkeitserhöhung aber muß unmittelbar auf dem Fuße die Vernichtung der reizenden Stoffe selbst folgen, und hiemit wird das Ende der Contractionen herbeigeführt werden.

Wir wollen an dieser Stelle auch gleich kurz erwähnen, daß die Zuklemmung der *Vena cava inferior* oder der *Vena portarum* in den von uns angestellten Versuchen manchmal nur einen sehr geringen bewegenden Effect, gewöhnlich aber gar keinen hervorbrachte. Es läßt sich leicht zeigen, daß die für die Compression der Aorta geltenden Bedingungen bei dem eben genannten Eingriffe durchaus nicht gelten. Bei Compression der *vena cava* wird fort und fort hellrothes Blut in den Darm einströmen, hiedurch aber werden die für die Bildung reizender Momente nothwendigen Bedingungen nicht zur Entfaltung kommen können. Die geringen öfters zur Beobachtung kommenden Bewegungen dürften entweder auf mechanische Verhältnisse (wirkliche Überfüllung mit Blut), oder auf ein, einer stattfindenden Reizung besonders günstiges Verhältniß, zwischen Intensität des Reizes und Höhe der Erregbarkeit zurückzuführen sein.

Ausgerüstet mit den bis jetzt gemachten Erfahrungen über die Einwirkung des im Darme enthaltenen Blutes von bestimmter Beschaffenheit auf die irritabeln Bestandtheile der Darmwandung können wir dazu übergehen, zwei Erscheinungen einer eingehenden Betrachtung zu unterwerfen, welche für die Auffassung unseres Gegenstandes von hoher Wichtigkeit sind, nämlich die oft ungemein starken Bewegungen des Darmes post mortem und die sogenannten spontanen Darmbewegungen.

---

[1]) Nasse (l. c. pag. 31) sagt über diesen Punkt „Bei dem Freigeben der Circulation beobachtet man fast nie eine Veränderung der Darmbewegungen.

Die Bewegungen des Darmes nach dem Aufhören der Athmung und der normalen Herzthätigkeit sind als entschieden ausgeprägtes Phänomen jedenfalls seit so lange bekannt, als man überhaupt physiologische Beobachtungen anstellt: in älteren Handbüchern der Physiologie finden sich recht plastische Beschreibungen derselben. In hohem Grade auffallend aber ist, daß irgend eine plausible Erklärung dieser Bewegungen bisher noch nicht versucht worden ist. Die einzige hierüber geäußerte Ansicht rührt von Schiff her, dahin lautend, daß die post mortem auftretenden Bewegungen der „Anämie" des Darmes ihre Entstehung verdankten. Es läßt sich nun aber nachweisen, daß Därme, welche wirklich anämisch sind, sich nicht bewegen. Schon oben haben wir erwähnt, daß am entbluteten Hundedarme Contractionen entweder ganz vermißt werden oder nur äußerst schwach ausgebildet sind. Setzt man in die Aorta eines durch Erstickung getödteten Thieres eine Canule und treibt durch den Darm eine ¾percentige Kochsalzlösung hindurch, so daß derselbe wirklich blutleer wird, so bleiben die postmortalen Bewegungen aus. Man kann sich bei diesem Versuche durch die Wirksamkeit einer localen, elektrischen Reizung davon überzeugen, daß die Erregbarkeit der Darmmuskulatur nicht vernichtet worden ist. Auf der anderen Seite läßt sich nun aber unschwer übersehen, daß der Grund der postmortalen heftigen und lange andauernden Bewegungen des Darmes in nichts anderem gesucht werden kann, als in der Dyspnoe desselben.

Der stete Begleiter des hereinbrechenden Todes des Thieres ist eine mehr und mehr sich ausbildende Dyspnoe des Gesammtkörpers. Es macht sich dieselbe successive geltend in der centralen Reizung der motorischen Nerven der quergestreiften Muskulatur, der hemmenden Herznerven, ganz besonders aber in der Erregung der vasomotorischen Centren, und als Folge derselbe in einer Erhöhung des Blutdruckes. Adamük und Kowalewsky[1]) haben aber auch gezeigt, daß die im Gefolge der Dyspnoe zur Beobachtung kommende Steigerung des arteriellen Blutdruckes nicht ganz auf Rechnung der vom Centrum aus gesetzten Contraction der Arterien zu setzen ist, und daß auch die Arterien-Wandungen direct

[1]) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1868, pag. 579.

durch das venös werdende Blut gereizt werden können. In demjenigen Stadium der Dyspnoe, welches sich durch die Verengerung der kleinen Arterien und eine bedeutende Steigerung des Blutdruckes charakterisirt, ist der Darm wirklich mehr oder weniger blutleer. Es zeigt sich auch bei der directen Inspection, daß gleich und kurze Zeit nach Beginn der Dyspnoe der Darm noch in Ruhe verharrt. Sobald sich aber die Contraction der Arterien wieder zu lösen beginnt, (Stadium des wieder absinkenden Blutdruckes) wird die Bahn für das dunkle Blut frei, welches nun, in das breite Strombett des Unterleibsgefäßbezirkes sich ergießend, direct oder indirect die glatte Muskulatur des Darmes zu Bewegungen veranlaßt, die nun bis zum vollständigen Erlöschen der Erregbarkeit fortdauern. Mit Leichtigkeit kann man sich davon überzeugen, daß sehr stark post mortem sich bewegende Gedärme nicht blutleer sind; auch Kilian[1]) hat für die Bewegungen des Uterus schon auf die starke Blutfülle der sich stark contrahirenden Gebärmutter hingewiesen.

Was die sogenannten spontanen Bewegungen trifft, so ist es für viele Fälle möglich in den grade herrschenden Bedingungen die Momente für ihre Entstehung aufzufinden. Abgesehen von localen, directen Erregungen der Darmmuskulatur, sind diejenigen Verhältnisse in Betracht zu ziehen, welche in der oben näher erörterten Weise den Gang der normalen Respiration und Ciculation zu alteriren vermögen. So ist einleuchtend, daß in denjenigen Versuchen, in welchen ohne Curarisirung und künstliche Respiration, die eine Brusthöhle zum Behufe der Aufsuchung des *N. splanchnicus* eröffnet wird, die Athmung des Versuchthieres beeinträchtigt werden muß und daß in Folge letzteren Umstandes allgemeine oder locale Bewegungen des Darmes auftreten können. Mechanische Störungen des Kreislaufes, z. B. durch Torquirung kleiner Arterien, wie in den Versuchen, in welchen die Eingeweide Lageveränderungen unterworfen werden, können ebenfalls Anlaß zu Darmbewegungen geben. Wenn ferner durch Erweiterung der Arterien in irgend eine Darmschlinge das Blut in seiner Strömung verlangsamt wird, andererseits

[1]) Zeitschrift für rationelle Medicin. Neue Folge, Bd. II, pag. 1.

die Herzthätigkeit schwach ist, und zu gleicher Zeit im Darme Bedingungen gegeben sind, welche einer raschen Veränderung des Blutes günstig sind, so kann sich eine solche Schlinge ebenfalls (scheinbar spontan) bewegen. In dieser Beziehung verdient die von uns zum öfteren gemachte Beobachtung Erwähnung, daß sich sehr oft nur diejenigen Schlingen des Darmes bewegten, an denen die deutliche Injection der Chylusgefäße documentirte, daß die Schleimhaut derselben in lebhafter Resorption begriffen war. Bei den sogenannten spontanen Bewegungen des Darmes hat man also ebensowohl den Gesammtzustand des Thieres mit besonderer Rücksichtnahme auf die jeweilige Beschaffenheit der Athmungs- und Kreislaufsthätigkeit, als auch die speciellen jeweils im Darme herrschenden Verhältnisse ins Auge zu fassen. Von diesem Standpunkte aus wird es in vielen Fällen möglich sein, die Ursache sogenannter spontaner Darmbewegungen aufzufinden, wobei nicht zu übersehen ist, daß auch der Grad der Erregbarkeit nicht allein der Darmmuskulatur, sondern auch der irritabeln Bestandtheile der Gefäßwandungen, die directe oder reflectorische Erregung motorischer Darmnerven und andere noch nicht näher zu übersehende Bedingungen hiebei mit ins Spiel kommen können.

III.

Nachdem wir gezeigt, durch welche von der Beschaffenheit des Blutes abhängigen Reize es gelingt, den Darm zu Bewegungen zu veranlassen, haben wir den Beweis zu führen gesucht, daß der Hauptangriffspunkt für die Erregung der irritabeln Bestandtheile der Gedärme in der Peripherie zu suchen sei. Daß die Contractionen des Darmes aber auch ablaufen, wenn jeder continuirliche Zusammenhang mit den großen nervösen Centren aufgehoben ist, lehrt ein einfaches Experiment; ebenso wie das herausgeschnittene Herz noch eine Zeit lang, losgelöst von den nervösen Centralorganen, seine rhytmischen Contractionen ausführt, bewegen sich auch isolirte Darmschlingen in der ihnen eigenen Weise fort. Bekanntlich knüpft man, nach Volkmann's Vorgange, den Ablauf dieser Contractionen an ein in den Organen selbst gelegenes Gangliensystem, eine Theorie, welche jüngsthin Th. W. Engelmann (l. c.) zu erschüttern

versucht hat. Wenn nun auch die eben angeführten Thatsachen beweisen, daß die Bewegungsvorgänge des Herzens sowohl wie der Gedärme, unabhängig von den großen nervösen Centren, ablaufen können, so ist doch ebenso sicher, daß normalerweise dieselben von Gehirn und Rückenmark auf der Bahn peripherischer Nerven in wichtiger Weise beeinflußt werden. Vor noch nicht langer Zeit hat man sogar aus den Resultaten von Experimenten über die künstliche Erregung der zum Darme verlaufenden Nerven den wichtigsten Beweis entnommen für die lange bestrittene Behauptung, daß nicht allein die quergestreifte, sondern auch die glatte Muskulatur durch Reizung peripherischer Nerven in Contraction versetzt werden kann. Ebenso knüpfen sich an derartige besonders an Darmnerven angestellte Versuche die Aufstellungen über die wichtigen Unterschiede in der Wirkung von motorischen Nerven, je nachdem dieselben mit quergestreiften oder glatten Muskelfasern in Verbindung treten, wie dieß insbesondere von E. Weber[1]) klar und bündig auseinandergesetzt worden ist.

Es liegt eine lange Reihe von Untersuchungen vor, welche darauf gerichtet waren, theils die Stellen der nervösen Centralorgane auszumitteln, von denen aus Contractionen der Därme ausgelöst werden können, theils die Bahnen näher zu bestimmen, auf denen sich die Erregung peripheriewärts fortpflanzt. Wir erinnern in dieser Hinsicht an die Angaben über den Einfluss des *N. Vagus* auf die Darmbewegungen von Bérard, Brachet, Budge, Volkmann, Ludwig und Kupfer u. A.; an die Untersuchungen von Valentin, Johannes Müller, Stilling, Pflüger, Nasse u. A. über die Abhängigkeit der Darmperistaltik von Hirn, Rückenmark und Sympathicus.

In unseren diesen Punkt betreffenden Experimenten haben wir von Reizversuchen an Hirn und Rückenmark vorderhand Abstand genommen. Unser hauptsächliches Augenmerk haben wir auf den Effect der künstlichen Reizung des *N. Vagus* und des *N. splanchnicus* gerichtet. Als künstliche Reize benutzten wir ausschließlich die Ströme der secundären Spirale eines Du-Bois'schen Schlittenapparates; auf Stromschleifen und unipolare Wirkungen wurde gebührende Rücksicht genommen.

---

1) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, Artikel Muskelbewegung.

Was nun vor Allem die Reizung des *N. Vagus* betrifft, so wurde dieselbe für gewöhnlich am Halse vorgenommen, wobei zu bemerken ist, daß in Versuchen bei Hunden hiebei zu gleicher Zeit der Sympathicus mitgereizt worden ist; hierauf werden wir später noch einmal zurückkommen. Es wurden gewöhnlich beide Vagi zwischen die reizenden Elektroden genommen. Schon von früheren Beobachtern ist auf die Thatsache hingewiesen worden, daß die Reizung des *N. Vagus* in Bezug auf die Muskulatur des Darmes am todten Thiere viel energischer wirkt, als am lebenden. In dieser Hinsicht ist es von Wichtigkeit hervorzuheben, daß viele ältere Experimentatoren, welche die motorische Wirkung des erregten Vagus auf die Darmmuskulatur bedingungslos hinstellten, nur an getödteten Thieren Versuche angestellt haben. Wir haben uns in einer großen Anzahl von Experimenten nun überzeugt, daß die Erregung der *N. Vagi* am Halse, vorgenommen an Thieren (Kaninchen und Hunde), deren Herz und Athemthätigkeit in gutem Gange war, entweder gar keine motorische Wirkung auf die Darmmuskulatur oder nur eine äußerst geringe entfaltete und zwar auch in Fällen, in denen der reizende Strom so stark war, daß Stillstand des Herzens eintrat. Mit diesen Beobachtungen steht es ganz im Einklange, wenn im Gegensatze zu einer großen Reihe positiver Angaben, einige Experimentatoren zu dem Resultate gelangten, die *N. Vagi* hätten keinerlei Einfluß auf die Bewegungen der Gedärme; Legros und Onimus[1]) haben dieß sogar als die allgemein verbreitete Ansicht jüngsthin hingestellt, was, wenigstens in Deutschland, nicht der Fall ist. Gar nicht selten macht man an Kaninchen die Erfahrung, dass die Reizung der *Nn. Vagi* im Anfange des Versuches, ohne jegliche Wirkung auf den Darm sich erweist, daß aber eine längere Zeit nachher wiederholte Erregung schon schwache Wirkung hervorbringt, die sich, wenn man die Reizung öfter in Pausen eintreten läßt, nach und nach steigert. Mit dieser successive sich entwickelnden Wirksamkeit der Vagusreizung treten auch sogenannte spontane Bewegungen auf; aber eine Verwechslung der auf Vagusreizung entstehenden Bewegungen mit diesen sogenannten spontanen Bewegungen kann nicht leicht vorkommen, da

[1]) Recherches experimentales sur les mouvements de l'intestin. Journal de l'anat. et de la physiol. VI.

die Verstärkung der Contractionen auf Vagusreizung eine sehr eclatante ist. Wenn nun gar die Athemthätigkeit aufgehört hat und das Herz nur noch schwach schlägt, zu einer Zeit, in welcher die Bewegungen post mortem anfangen sich auszubilden, bringt die Erregung der Vagi mit einer Stromstärke, die zu einer früheren Periode des Versuches, unwirksam oder schwach wirksam war, gewaltige und stürmische Contractionen hervor; die Abhängigkeit derselben von der Reizung der *N. Vagi* wird Niemand bezweifeln, der dieses Experiment selbst angestellt hat. Hiebei ist das Stadium der latenten Reizung oft über 1—2 Secunden ausgedehnt, was auch frühere Experimentatoren schon bemerkt haben.

Deutlicher noch als in den Versuchen an Kaninchen springt das eigenthümliche Vorhalten des Vagus zu den Thätigkeitsäußerungen der Darmmuskulatur in die Augen, wenn man an curarisirten Hunden experimentirt. Hier läßt sich die motorische Unwirksamkeit des Vagus in Bezug auf den Darm noch viel häufiger und eclatanter demonstriren, so daß man es sehr wohl begreifen kann, wie von verschiedenen Seiten jede Beziehung des herumschweifenden Nerven zu der Muskulatur des Darmes geläugnet werden konnte. Am todten Thiere aber sieht man, wie ein Nerv, dessen Erregungszustand während des normalen Ablautes der Herz- und Athemthätigkeit den Zustand der Darmmuskulatur in keiner Weise zu berühren schien, stürmische Contractionen an derselben hervorzurufen vermag. Es ist zu bedenken, ob nicht die in Folge von Vagusreizung zur Beobachtung kommenden Bewegungen des Darmes in Zusammenhang stehen mit dem zu gleicher Zeit auftretenden Stillstand des Herzens. Durch letzteren müssen in der Circulation des Blutes innerhalb des Darmgefäßbezirkes Veränderungen eingeführt werden, welche denen ähnlich sind, die mit der Compression der Aorta gesetzt werden[1]). Diese Vermuthung aber läßt sich als nichtzulässig von der Hand weisen; denn einmal dauert der Stillstand des Herzens zu kurze Zeit, um

[1]) In dieser Weise hat Spiegelberg in einer Untersuchung „über die Nervencentren und die Bewegung des Uterus", Zeitschrift für rationelle Medicin III. Reihe, II. Bd., pag. 1, die von Kilian behauptete motorische Wirkung des *N. Vagus* auf den Uterus erklärt. Er sagt „Wo also die Vagusreizung Uterincontractionen hervorruft, wirkt sie gerade so, wie die Compression der Aorta abdominalis." Diese Frage verdient eine neue Untersuchung.

irgend wesentliche Veränderungen des Blutes zur Ausbildung gelangen zu lassen; sodann wäre es gar nicht abzusehen, wie die Vaguswirkung sich in ihrer vollen Stärke entfalten sollte zu einer Zeit, in welcher die Thätigkeit des Herzens so gering geworden, daß seine Einwirkung auf die Bewegung des Blutes schon aufgehört hat. Durch den directen Versuch aber, in welchem die *Vagi* unterhalb des Herzens der Reizung unterworfen wurden, haben wir gezeigt, daß die Wirkung der *N. Vagi* auf die Muskulatur des Darmes nicht als eine indirecte durch den Herzstillstand vermittelte aufzufassen ist. Denn auch bei Ausschluß der Miterregung der Hemmungsfasern für das Herz konnten durch Vagusreizung Contractionen der Därme hervorgerufen werden.

Da bei Hunden bekanntlich Vagus und Sympathicus während ihres Verlaufes am Halse so innig mit einander verbunden sind, daß eine isolirte Reizung des einen von beiden unthunlich ist, so mußte hier noch gezeigt werden, daß auch die auf den Vagus beschränkte Reizung noch ihre Wirkung auf den Darm entfaltet. Dieß war denn auch der Fall in Experimenten, in denen die Reizung des Vagus in der Brusthöhle vorgenommen wurde, wo Vagus und Sympathicus getrennt verlaufen.

Wir haben in den bis jetzt vorgeführten Thatsachen über die Wirkung des erregten Vagus auf die Darmmuskulatur eine Eigenthümlichkeit desselben kennen gelernt, welche sich schwer in die Lehren der allgemeinen Nervenphysiologie einfügen läßt. Man nimmt ganz allgemein an, daß der Grad der Erregbarkeit der irritabeln Gebilde, Nerv und Muskel, in directer Proportionalität stehe zu der gerade herrschenden Energie der wichtigsten vegetativen Functionen, der Athmung und des Kreislaufes, sobald diese beträchtlich gelitten oder gänzlich aufgehört, soll auch die Erregbarkeit von Nerv und Muskel abnehmen, respective die durch eine Muskelcontraction meßbare Erregung sich vermindern. In Bezug aber auf die Wirkung des erregten Vagus auf die Contractionen des Darmes haben wir oben das umgekehrte Verhalten constatirt. Durch folgende Versuche nun haben wir dargethan, daß es die im Körper herrschende Dyspnoe ist, welche den Erregungszustand des Vagus von einer stärkeren Contraction der Darmmuskulatur begleitet erscheinen läßt. Diese Versuche sind an mit Curare vergifteten Hunden angestellt.

Präparirt man an einem Hunde die beiden *Vago-sympathici* am Halse, und unterwirft dieselben der elektrischen Reizung, während künstliche Respiration eingeleitet ist, so verharren die Därme in Ruhe. Setzt man nun mit der künstlichen Respiration aus und wiederholt während der Dyspnoe in kurzen Pausen die Reizung, so wiederholt sich die negative Wirkung derselben noch ein- oder mehreremal. Im Verlaufe des Dyspnoe aber erscheinen auf einmal deutliche Wirkungen der Vagusreizung, gewöhnlich zugleich mit schwachen, sogenannten spontanen Contractionen. Eine Verwechselung der letzteren, mit den durch die Vagusreizung hervorgerufenen, ist mit Sicherheit ausschließbar (vergl. oben pag. 382). Während dieser Periode der Vaguswirksamkeit zeigt der Darm, der in früheren Stadien der Dyspnoe mehr oder weniger blaß war, eine dunkle Färbung. Es entspricht der Zustand des Darmes zu dieser Zeit, wohl demjenigen Stadium der Dyspnoe, in welchem nach manometrischen Versuchen die Curve des Blutdruckes abzusinken beginnt. Nimmt man nun die künstliche Respiration wieder auf, so erlischt schon nach den ersten Athemzügen die motorische Wirksamkeit der Vagusreizung; sobald aber die Respiration wieder sistirt worden, kehrt sie bei einem gewissen Grade der Dyspnoe wieder. In besonders günstigen Fällen haben wir diesen Wechsel zwischen Wirkung der Vagusreizung in der Dyspnoe, und der Unwirksamkeit derselben in der Eupnoe mehreremal hintereinander an demselben Thiere in voller Deutlichkeit beobachtet. Hiedurch wird auch der allenfalls auftauchende Verdacht hinweggeräumt, es könnte der Nerv aus anderen Gründen an der Peripherie seine Erregbarkeit eingebüßt haben. Die Zeit, in welcher die Wirksamkeit der Vagusreizung nach Aussetzen der Respiration auftritt, ist eine verschiedene; sie hängt jedenfalls ab von dem Grade der centralen Reizung der vasamotorischen Darmnerven und der Erregbarkeit der Gefäß- und Darmmuskulatur, Umstände, auf deren Bedeutung bereits oben hingewiesen wurde.

In den eben dargelegten Versuchsresultaten kann nun die Ursache der mit der Dyspnoe gegebenen Wirksamkeit einer vorher unwirksamen Nervenreizung an verschiedenen Stätten zu Stande kommen. Es kann der Nerv in seinem peripherischen Verlaufe eine Erhöhung seiner Erregbarkeit erfahren; es kann in den Ganglienzellen des *Plexus solaris* ein Zustand Platz greifen, in welchem die Übertragung der in ihnen ankommenden Erregung geringere Wider-

stände findet; es können endlich die im Darme gelegenen gangliösen Apparate oder die Muskelfasern selbst in einen Zustand erhöhter Reizbarkeit gerathen. Es läßt sich zeigen, daß die Bedingungen für die periodische Wirksamkeit der Erregung des Vagus auf die Darmmuskulatur in einer Veränderung der peripherischen Nerven nicht, oder jedenfalls nur zum allergeringsten Theil gesucht werden können. Beweis hiefür liefern Versuche, in denen nur in den Gefäßen des Unterleibes Dyspnoe hergestellt wurde. Einmal konnte nachgewiesen werden, daß auch durch Aortencompression eine vorübergehende Wirksamkeit der Vaguserregung hervorgebracht wurde; der Effect aber war nicht so ausgeprägt, als bei gestörter Respiration, was nicht Wunder nehmen kann, wenn man bedenkt, daß die durch den Darm selbst gesetzten Veränderungen des Blutes den durch Unterbrechung der Respiration hervorgerufenen an Intensität bedeutend nachstehen. Sodann zeigte sich, daß in Transfusionsversuchen, die ebenso angestellt wurden, wie dieß oben bereits beschrieben worden, die Wirksamkeit des Vagus erst dann begann, als das hellroth in den möglichst entbluteten Darm einströmende Blut anfing zu dunkeln. Aus dem Mitgetheilten läßt sich also füglich der Schluß ziehen, daß durch die Venosität des Blutes nicht sowohl der Nerv in seinem peripherischen Verlauf, was die Entstehung und Fortpflanzung der Erregung betrifft, alterirt wird, als vielmehr die die Erregung übertragenden nervösen Apparate oder die Muskulatur direct betroffen werden. Ob erstere im Darme selbst oder in dem *Plexus solaris* zu suchen sind, konnten wir, trotz vielfach hierauf gerichteter Bemühungen, nicht entscheiden.

Was die nähere Erklärung der eben geschilderten Thatsachen betrifft, so müssen wir vorläufig darauf verzichten, dieselbe weiter in Betracht zu ziehen, der eine von uns wird die einschlägigen Fragen einer experimentellen Untersuchung unterziehen. Wir wollen nur darauf hinweisen, daß man hier denken kann an eine Summation von Reizen, ähnlich wie dieß in Versuchen von Bezold und Engelmann der Fall ist. In diesen zeigte sich nämlich, daß Inductionsschläge von so geringer Intensität, daß sie im Anfange des Versuches eine Muskelzuckung nicht hervorrufen konnten, die Erregbarkeit der Nerven derart steigerten, daß nach kurzer Einwirkung der Muskel in Tetanus gerieth. Auf unseren Fall angewendet würde sich durch die Anwesenheit des venösen Blutes, welches, in einem bestimmten

Grade der Venosität selbst reizend wirkt, die Erregbarkeit derart erhöhen, daß die vorher unwirksame Erregung eines peripherischen Nerven nunmehr ihre Wirksamkeit dem Muskel gegenüber zu entfalten vermag[1]). Weiterhin ist daran zu erinnern, daß nach Versuchen von Rosenthal, Leube u. A. die Reflexthätigkeit der Ganglienzellen des Rückenmarks nnd Hirns wesentlich mitbedingt zu sein scheint durch den jeweiligen Gehalt des Blutes an O, und zwar in der Weise, daß mit dem steigenden O-Gehalt in der Apnoe, die Reflexfähigkeit der Nervenzellen abnimmt oder gar gänzlich unterdrückt wird. Wenn man sich vorstellt, daß die im Vagus nach dem Darm zufließende Erregung bevor sie in den Muskelfasern anlangt, die Ganglienzellen des *Plexus solaris* oder diejenigen des Darmwandplexus passiren muß, so ist es denkbar, daß die Ganglienzellen in ihrer Erregbarkeit durch dyspnoisches Blut nach der entgegengesetzten Seite eine Veränderung erfahren würden, wie durch apnoisches Blut.

Kaum bedarf es noch eines besonderen Hinweises darauf, daß unsere Versuche über die Bedingungen, unter welchen der Vagus

---

[1]) Hier dürfte auch der Ort sein, um auf eine Beobachtung hinzuweisen, über welche von Bezold und Bloebaum (Über die physiologischen Wirkungen des schwefelsauren Atropins, Würzburger physiologische Untersuchungen I. Heft) berichten. Wir wollen die betreffende Stelle (pag. 66) wörtlich hiehersetzen: „Sehr eigenthümlich sind einige Beobachtungen, welche noch in letzterer Zeit Einer von uns gemacht hat. Wenn man bei einem lebenden Thiere, dessen Halsmark man zuerst durchtrennt hat, und bei welchem künstliche Athmung eingeführt ist, die Bauchhöhle öffnet, und die dünnen Gedärme reizt, so beträgt der Rollenabstand, bei welchem die Ringmuskeln des Darmes auf die elektrische Reizung hin sich stark zu contrahiren beginnen, bei dem von uns angewandten Apparate ungefähr 100 — 120 Mm. Bringt man auf eine bestimmte Dünndarmschlinge eine ungefähr 5percentige Lösung von Atropin, so nimmt der Rollenabstand, bei welchem man noch deutliche ringförmige Zusammenschnürungen erhält, zu, und zuletzt kann man durch die stärksten Schläge auch bei ganz übereinander geschobenen Rollen nur noch Spuren von Contraction erhalten. Hört man nun mit der künstlichen Athmung auf, so nimmt in dem Maaße, als die Farbe des Blutes dunkler wird, auch die Erregbarkeit der Ringmuskeln des Darmes wieder zu, man kann nun wieder durch starke elektrische Ströme ganz starke Zusammenschnürungen des Darmes erhalten. Dieser Umstand erklärt es denn auch, daß, wenn durch Atropinvergiftung eine Lähmung der Darmbewegungen eingetreten ist, bei Erstickung der Thiere dieselben wieder oft in lebhafter Weise beginnen können."

seine motorische Wirksamkeit der Darmmuskulatur gegenüber entfaltet, die von früheren Beobachtern angegebenen, theils positiven, theils negativen Resultate erklärlich machen. Auch lehren sie auf's Neue, mit wie großer Vorsicht negative Ergebnisse von Reizversuchen an motorischen Nerven zu verwerthen sind, die Organe mit glatter Muskulatur versorgen. Das Verhältniß zwischen Nerv und glatter Muskelfaser scheint noch in mehrfacher bis jetzt noch nicht hinlänglich erforschten Beziehung von demjenigen zwischen Nerv und quergestreifter Muskulatur verschieden zu sein. In dieser Hinsicht dürften auch die von Th. W. Engelmann am Ureter angestellten Versuche, deren negative Resultate zu weittragenden Schlüssen bezüglich des Einflußes peripherischer Nerven auf die Uretercontractionen verwerthet wurden, eine sorgfältige Wiederholung verdienen.

Nach dem *N. Vagus* war es besonders der *N. splanchnicus*, welcher bezüglich seiner Wirkung auf die Darmmuskulatur besonders in Betracht gezogen wurde. Auch hier wurden verschiedene Ansichten geltend gemacht; während dem genannten Nerven auf der einen Seite die Eigenschaften eines motorischen Nerven zugeschrieben wurden, allerdings nur unter gewissen Beschränkungen (Nasse, Ludwig und Kupffer[1]), wurde andererseits gerade das Entgegengesetzte, nämlich eine hemmende Wirkung des *N. splanchnicus* behauptet (Pflüger u. A.).

Wir werden die Auseinandersetzungen über das sogenannte Hemmungsnervensystem des Darmes an einer späteren Stelle aufnehmen und wollen uns hier nur mit den motorischen Functionen des *N. splanchnicus* beschäftigen.

Was die Anatomie dieser Nerven betrifft, so hat dieselbe in neuerer Zeit, anläßlich der hohen Wichtigkeit, welche dem *N. splanchnicus* nach Ausweis der Untersuchungen von Bezold und Ludwig und deren Schüler als vasomotorischen Nerven des Unterleibsgefäßbezirkes zukommt, größere Beachtung gefunden. Wir verweisen in dieser Beziehung auf die Angaben von Hafftter[2]) (für die Katze)

---

[1]) Wiener Sitzungsberichte Bd. XXV, pag. 580; auch abgedruckt in der Zeitschrift für rationelle Medicin III. Reihe, II. Bd., pag. 357.

[2]) Neue Versuche über den *N. splanchnicus, maior und minor*, Zürich 1853 (Dissertation).

und Noellner[1]) (für den Hund). Die Methoden behufs Aufsuchung und Reizung des in Rede stehenden Nerven sind bei Pflüger zu finden. Die von Asp[2]) angegebene Methode der Aufsuchung des *N. splanchnicus* ist von großem Vortheil in Versuchen, in denen die Einwirkung der Durchschneidung oder Reizung dieser Nerven auf den arteriellen Blutdruck studirt werden soll. Zum Behufe der Beobachtung der Darmbewegungen bietet dieselbe, wie leicht ersichtlich keinerlei Vortheile.

Am todten Thiere kann man sich, in Übereinstimmung mit den Angaben von Nasse, Ludwig, Kupffer u. A., überzeugen, daß die elektrische Reizung des *N. splanchnicus* den Darm zu Bewegungen veranlaßt, respective bereits vorhandene Bewegungen in deutlicher, nicht zu übersehender Weise verstärkt. Ist aber Herz- und Athemthätigkeit noch in gutem Gange, so vermißt man sehr oft die Bewegung hervorrufende Wirkung der Splanchnicusreizung. Auch hier scheint ebenso wie beim *Vagus*, der Erfolg einer im *splanchnicus*, respective in dessen für die Darmmuskulatur bestimmten Fasern, absteigenden Erregung im wesentlichen abhängig zu sein von der Anwesenheit eines Blutes von bestimmter venöser Beschaffenheit. Hiebei ist aber bei der Splanchnicusreizung noch zu bedenken, daß jedesmal mit der Erregung der Darmfasern auch die Erregung der vasomotorischen Fasern einhergeht und somit eine Störung der Circulation gesetzt wird, vorausgesetzt daß die Erregbarkeit der irritabeln Bestandtheile der Gefäßwandungen noch nicht zu sehr abgesunken ist. Darin gleichen sich also Vagusreizung und Splanchnicusreizung, daß sie ihre mächtigste Wirksamkeit post mortem entfalten; zu dieser Zeit aber häuft sich ein sehr großer Theil des dunklen Blutes im Gefäßbezirke des Darmes an. Die postmortale Wirkung der Splanchnicusreizung kann aber auch als Beweis dafür angeführt werden, daß ganz bestimmt die motorische Beeinflussung der Darmmuskulatur nicht eine auf Rechnung der vasomotorischen Fasern zu setzende ist; denn

---

[1]) Eckhardt, Beiträge zur Anatomie und Physiologie. IV. Bd. 3. Heft, pag. 137.

[2]) Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. II. Jahrgang, pag. 131.

die Erregbarkeit der Gefäßwandungen gegenüber der Reizung eines peripherischen Nerven erlischt sehr bald, wie dieß die directe Inspection des Darmes bei Reizung des Splanchnicus lehrt.

III.

Durch Pflüger[1]) ist bekanntlich die Lehre vom Hemmungsnervensystem für die Darmbewegungen in die Physiologie eingeführt worden. Die thatsächlichen Grundlagen, auf welche sich dieselbe stützte sind gegeben in den Resultaten der von Pflüger zuerst angestellten Versuche, nach denen es zuweilen gelingt durch Reizung des unteren Rückenmarksabschnittes und des *N. splanchnicus* in Bewegung befindliche Darmschlingen zur Ruhe zu bringen.

Die Bestätigung der Pflüger'schen Versuche ist von mehreren Seiten erfolgt. Sehr bald nach dem Bekanntwerden derselben hat Kölliker den Stillstand in Bewegung befindlicher Därme auf Reizung des Rückenmarkes und des *N. splanchnicus* ebenfalls beobachtet. Gelegentlich der Erwähnung dieser Experimente von Kölliker, durch welche dieser Forscher den Beweis zu führen suchte, daß das Curare ebenso wie die motorischen, so auch die Hemmungsnerven lähme, ist daran zu erinnern, daß für den *N. splanchnicus* dasselbe gilt, was bezüglich des eben erwähnten Punktes bereits von Bezold für des *N. vagus* auseinandergesetzt hat. Die sogenannte Hemmungsfunction des *N. splanchnicus* für die Därme wird durch Dosen von Curare, welche erfahrungsgemäß die motorischen Nerven lähmen, gar nicht oder doch nur in sehr geringem Maaße alterirt. In diesen Beziehungen stehen unsere Beobachtungen im Einklange mit den Angaben von Nasse (l. c.) und Bidder[2]).

Die hemmende Wirkung des Splanchnicus wurde außerdem constatirt von Funke[3]), Nasse (l. c.), Ludwig und Kupfer (l. c.), Hein, Spiegelberg[4]) u. A.

---

[1]) Über das Hemmungsnervensystem für die peristaltischen Bewegungen der Gedärme Berlin 1857. In der Nachschrift p. 69, sind auch die hieher gehörigen Versuche von Kölliker mitgetheilt, welche in Virchow's Archiv, Bd. X, publicirt sind.

[2]) Archiv für Anatom. und Physiolog. 1865.

[3]) Lehrbuch der Physiologie II. Bd., pag. 766.

[4]) Zeitschrift für rationelle Medicin, III. Reihe, Bd. II, pag. 44.

Es fehlte aber auch nicht an Publicationen, in denen theils der Pflüger'sche Versuch als ganz erfolglos angestellt beschrieben wurde, theils die Hemmung der Darmbewegung auf im Versuche obwaltende Nebenumstände geschoben, theils ausschließlich eine motorische Wirkung der Splanchnicusreizung beobachtet wurde.

Biffi[1]) scheint in seinen Versuchen über die Hemmungsfunction der *N. splanchnici* nicht glücklich gewesen zu sein. Nur an einem Kaninchen sah er bei Application der Elektroden auf die Wirbelsäule und sehr starken Reizung die Sistirung der peristaltischen Bewegungen. Über Biffi's Behauptung, daß solche Darmschlingen plötzlich stillstehen können, welche zufällig von heftigen Erschütterungen getroffen werden, die ein darunterliegender Skelettmuskel bei seinem Tetanus auf sie ausübt, haben wir uns kein Urtheil bilden können. Auf die das Mißlingen des Pflüger'schen Hemmungsversuches bedingenden Momente kommen wir später zurück.

Die Beobachtungen, welche eine motorische Wirkung der Splanchnicusreizung darthun, haben wir früher bereits erwähnt. Hier wollen wir nur noch wiederholen, daß wir uns durch vielfache Versuche davon überzeugt haben (ganz in Übereinstimmung mit Nasse), daß die einer Splanchnicusreizung folgenden Darmbewegungen wirklich einem im Splanchnicus sich fortpflanzenden Erregungsvorgange ihre Entstehung verdanken. Hiermit erledigt sich der Einwand Pflüger's[2]), es möchten die von Ludwig und Kupfer bei der Splanchnicusreizung beobachteten Bewegungen in Stromesschleifen auf den Vagus ihren Grund gehabt haben. Ebenso wenig sind Brown-Sequard[3]) und Hein[4]) im Rechte, wenn sie sich ihrer eigenen Beobachtung unzweifelhafter motorischer Effecte der Splanchnicuserregung gegenüber skeptisch verhalten und dieselben auf Stromesschleifen auf die Darmmuskulatur zu schieben geneigt sind.

---

[1]) Ricerche experimentali sul sistema nervoso arrestatore del tenue intestino. Milano. Citirt nach Meissner's Jahresbericht 1858, pag. 584.

[2]) Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium zu Bonn, Berlin 1865, pag. 51.

[3]) Journal de Physiologie, Tom. 1. 1858 (nach Canstatt Jahresbericht citirt).

[4]) Archiv für physiologische Heilkunde. N. F. Bd. I, pag. 261.

Der Schwerpunkt seiner Untersuchungen über die Wirkung des *Nerv. splanchnicus* auf die Darmbewegungen hat Pflüger in die Analogie verlegt, welche, nach seiner Meinung, zu bestehen schien, zwischen der Vaguswirkung auf das Herz und der Splanchnicuswirkung auf die Därme. Pflüger's Betrachtungen über diesen Gegenstand wurden ganz unter dem mächtigen Einflusse, welchen die von Ed. Weber begründete Theorie der Hemmungsnerven begreiflicherweise auf die Physiologie ausübte angestellt. Ohne die Verdienste Pflüger's um die Fortbildung der Lehre von den Darmbewegungen im Geringsten schmälern zu wollen, soll durch die folgenden Erwägungen dargethan werden, daß die Hemmung der Darmbewegungen in Folge einer Splanchnicusreizung einen wesentlich anderen Vorgang dargestellt, als die Hemmung der Herzbewegung durch die Reizung des Vagus.

Wo immer die Physiologie zur Zeit eine Hemmung im Sinne der Ed. Weber'schen Lehre statuirt[1]), da handelt es sich um eine Beeinflussung fortwährender, sei es rhytmisch ablaufender, sei es continuirlich bestehender Contractionsvorgänge; dieß ist der Fall bei den Zusammenziehungen des Herzens, die durch Vagusreizung gehemmt werden, bei der Contraction von Arterien, die z. B. durch Reizung der *Chorda tympani* gehemmt wird. Ganz anders aber verhält sich die Sache bei den Därmen. Von diesen ist durchaus nicht anzunehmen, daß sie in einer fortwährenden rhythmischen oder tetanischen Contraction begriffen sind; von jeder gerade zur Beobachtung kommenden Contraction ist der specielle Grund erst aufzusuchen. Hierin ist sicherlich eine charakteristische Verschiedenheit zwischen Herz- und Darmbewegungen, die besonders bei der Beurtheilung ihrer Hemmung in Betracht gezogen werden muß. Für das Herz läßt sich weiterhin aus dem Versuche, daß nach Trennung der *N. Vagi* vom Hirne eine Beschleunigung der Pulsschläge folgt, der Schluß ziehen, daß auch normaler Weise dem Herzen vom Gehirne aus Impulse zuströmen, welche gleichsam zügelnd, in seine

[1]) Mit vollem Rechte bemerkt Rosenthal gelegentlich der Berichterstattung über eine Arbeit von Engelhardt (Irisbewegung) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1870, pag. 390. „Der von Ed. Weber in die Wissenschaft eingeführte Begriff der Hemmung muß auf solche Vorgänge beschränkt bleiben, deren Analogie mit den Erscheinungen am Herzen bewiesen, oder doch in hohem Maaße wahrscheinlich gemacht werden kann".

Thätigkeit eingreifen. Für die *Nn. splanchnici* ist eine derartige Beziehung zu den Gedärmen nicht zu constatiren, was übrigens nichts weiter beweisen würde, als daß die Splanchnici, soweit es die in demselben angenommenen Hemmungsfasern für den Darm betrifft, einer tonischen Erregung im Centrum nicht unterliegen, worauf auch schon Pflüger aufmerksam gemacht hat.

Wichtiger für den Beweis, daß die Beziehung der Splanchnicusreizung zum Stillstande der Darmbewegungen eine andere ist, als die der Vagusreizung zum Herzstillstande, ist der Umstand, daß der Effect der Splanchnicusreizung, insofern dadurch eine Hemmung im Gange befindlicher Darmbewegungen gesetzt wird, ein unsicherer ist. Der Vagusversuch ist einer der sichersten Versuche der experimentellen Physiologie; mit Ausnahme von Schiff und Moleschott, deren auf vollständig unzulänglicher Basis aufgebaute „Erschöpfungstheorie" von competenter Seite hinlänglich beleuchtet worden ist, ist von allen Forschern Pulsverlangsamung respective Herzstillstand in Folge der Vagusreizung beobachtet worden. Selbst unter Bedingungen, die nachweislich die Erregbarkeit der Nerven und Muskeln beeinträchtigen, ist immer noch zu demonstriren, daß die Reizung des herumschweifenden Nerven hemmend auf die Herzthätigkeit wirkt, so daß eine ganz directe Beziehung der gereizten Vagusfasern zu der Bewegungshemmung füglich nicht in Zweifel gezogen werden kann. Von einer motorischen Wirkung der Vagusreizung auf das Herz ist, abgesehen von den Angaben Schiff's und Moleschott's, nichts zur Beobachtung gekommen. Beim Splanchnicus verhält sich die Sache anders. Schon oben haben wir erwähnt, daß zuverlässige Beobachter gesehen haben, daß die Reizung der *Nn. splanchnici* den ruhenden Darm zu Bewegungen veranlassen könne. Wir haben die Bedingungen, unter denen diese motorische Wirkung in die Erscheinung tritt, näher zu präcisiren gesucht. Der Umstand nun, daß man einmal von ein und demselben Nerven aus einen in Contraction befindlichen Muskel in Ruhe versetzen, das anderemal den ruhigen Darm zur Bewegung veranlassen kann hat Nasse veranlaßt, in dem *N. splanchnicus* zweierlei Arten von Fasern anzunehmen; einmal motorische, deren Reizung Bewegung des Darmes zur Folge haben soll, sodann hemmende mit der Function, im Gange befindliche Contractionen zu sistiren.

Beide Faserarten sollen in ungleichen Zeiten absterben, dergestalt, daß die Erregbarkeit der Hemmungsfasern früher schwindet, als diejenige der Bewegungsfasern. Gegen diese Erklärung der zweifachen Wirkung der Splanchnicusreizung hat sich schon Eckhard[1]) ausgesprochen. In der That haben wir gesehen, daß die zeitweilige, motorische Wirksamkeit des *Nerv. splanchnicus* auf andere Weise ihre Erklärung findet. Zudem ist gar nicht abzusehen, aus welchem Grunde in der Bahn eines und desselben Nerven verlaufende Fasern, die beide von Centrum nach der Peripherie hin wirken, verschiedenen Gesetzen des Absterbens folgen sollen; von den Hemmungsfasern des Vagus wenigstens ist nichts bekannt, was zu der Annahme verleiten könnte, daß die Hemmungsfasern in anderer Weise absterben, als die motorischen Nerven. Es fehlt also für die Berechtigung der Nasse'schen Hypothese selbst eine aus Analogien hergenommene Grundlage. Es fragt sich nun, wie ist die ohne Zweifel hie und da zur Beobachtung kommende Hemmung der Darmbewegungen durch Reizung des Splanchnicus zu erklären? Nach unseren Erfahrungen über diesen Gegenstand muß die Beantwortung dieser Frage ihren Ausgangspunkt nehmen von der Erledigung der Frage: „aus welchem Grunde bewegten sich die Därme, deren Contractionen in einem gegebenen Falle zu Ruhe gebracht wurden?"

Es läßt sich nun zeigen, daß in den Versuchen über Hemmung der Darmbewegungen Bedingungen gegeben sind, um dem Blute diejenigen Eigenschaften beizubringen, von denen wir oben gezeigt, daß sie als Reiz auf die Darmmuskulatur wirken können. Insbesonders soll darauf hingewiesen werden, daß bei der Präparation des Splanchnicus unter Eröffnung der einen Brusthöhle die gestörte Respiration eine Beschaffenheit des Blutes in ihrem Gefolge hat, welche, nach unseren obigen Auseinandersetzungen, reizend wirkt. Unter der, wie wir glauben, hinlänglich erwiesenen Voraussetzung nun, daß in der Anwesenheit eines Blutes von bestimmter Beschaffenheit ein hauptsächlicher (wenn auch durchaus nicht ausschließlicher) Anlaß zu Darmbewegungen gegeben ist, läßt sich deduciren, daß die Hemmungsfunction der *Nn. splanchnici* zurückzuführen ist auf die

---

[1]) Experimentalphysiologie des Nervensystems, pag. 300.

vasomotorischen Fasern dieses Nerven. Die Möglichkeit, die Wirkung der Splanchnicusreizung so zu erklären, hat schon Pflüger in Erwägung gezogen; in Berücksichtigung aber der Schiff'schen Aufstellung über die Wirkung der Anämie auf den Darmbewegungen von der Hand gewiesen. Auch Nasse ist der Meinung, daß die Splanchnicuswirkung nichts mit den in diesem Nerven so zahlreich enthaltenen vasomotorischen Fasern zu thun habe. Nach unserer oben dargelegten Berichtigung der Schiff'schen Lehre läßt sich jedoch diese Erklärung aufrecht erhalten.

Der Darm bewegt sich, abgesehen von künstlich eingeführten Reizen, gewöhnlich aus keinem anderen Grunde, als weil venöses Blut sich in demselben befindet, respective in denselben einströmt. Nun wird der Splanchnicus gereizt; in Folge dieser Reizung entsteht ein verstärkter Bewegungsstoß, herrührend von der directen Reizung der motorischen Darmfasern; gleichzeitig aber, bei günstigem Stande der Erregbarkeit der Gefäßwandungen, eine Contraction der kleinen Arterien, die bis zu vollständigem Verschlusse derselben führen kann. Die Zufuhr des Reizmittels wird somit sistirt, der Darm verfällt in Ruhe. Hiermit steht es in Einklange, daß die Hemmung sich gewöhnlich nur auf einzelne Schlingen erstreckt, nämlich auf diejenigen, deren Gefäße die Nervenreizung noch prompt beantworten. Auch die Thatsache, daß der Pflüger'sche Versuch öfters gelingt, wenn man das untere Rückenmark reizt, als bei directer Ansprache der Splanchnici, läßt sich daraus erklären, daß bei der ersteren Versuchsart bei der viel kürzeren Dauer der Versuchsvorbereitungen die Gefäßwandungen durch die Reizung der vasomotorischen Fasern leichter zur Contraction angeregt werden können, wegen der geringeren Herabsetzung der normalen Erregbarkeit.

Der Umstand, daß die Hemmung der Darmbewegungen durch die Contraction der Arterien zu Wege kommt, erklärt auch, warum der Versuch so oft im Stiche läßt. Denn bekanntlich wird die Erregbarkeit der Arterienwandungen leicht alterirt und der jeweilige Stand derselben entzieht sich der Beurtheilung des Experimentators.

Für die eben vorgetragene Ansicht aber, daß bei der Hemmung der Darmbewegungen nur die vasomotorischen Fasern des Splanchnicus und nicht specifisch wirkende Hemmungsfasern ins Spiel kommen, sprechen noch

folgende Beobachtungen. Wir haben in unzweifelhafter Weise gesehen, wie im Gange befindliche spontane Darmbewegungen in auffallender Weise sich beruhigten auf Compression der Aorta, auf Aussetzen der Respiration und auf Vagusreizung. Die sorgfältigste Control ließ keinen Zweifel darüber aufkommen, daß der beobachtete Stillstand der Gedärme wirklich in Abhängigkeit stand von den eben geschilderten Eingriffen und nicht etwa „zufällig" mit denselben der Zeit nach zusammengefallen. Auch Nasse hat diesen der Aortencompression folgenden Stillstand der Gedärme zu Gesichte bekommen, ohne diese Beobachtung weiter in Betracht zu ziehen (l. c. pag. 841).

Der causale Zusammenhang dieser Erscheinungen ist klar. Durch alle drei Eingriffe wird der den Darm zu Bewegungen veranlassende Reiz, gegeben in einem (venösen) Blute von bestimmter Beschaffenheit, von demselben abgehalten. In ganz directer Weise durch Compression der Aorta, in welcher bereits reizendes Blut kreiste. Durch Aussetzen der Respiration wird eine centrale Splanchnicusreizung und consecutive Gefäßverengerung gesetzt. Die starke Vaguserregung endlich sistirt durch Herzstillstand vorübergehend die weitere Beischaffung des reizenden Materiales. Dem Stillstande in Folge von Vagusreizung ging gewöhnlich eine auffallende Bewegungsverstärkung voraus; es erklärt sich diese leicht aus einer Reizung der im Vagus verlaufenden motorischen, für den Darm bestimmten Fasern, denn der in ihnen sich fortpflanzende Erregungszustand findet ja im Darme diejenigen Bedingungen vor, welche, entsprechend den obigen Auseinandersetzungen, für die Entfaltung einer motorischen Wirksamkeit als nothwendig hingestellt werden.

So werden wir denn, von verschiedenen Thatsachen und Betrachtungen ausgehend, zu der Behauptung hingedrängt, daß im Splanchnicus ein Hemmungsnervensystem für die Darmbewegungen (im Sinne Ed. Weber's) nicht gegeben ist. Wir brauchen aber kaum besonders darauf hinzuweisen, daß die hier vorgetragene Kritik der Lehre vom Hemmungsnervensystem für die Gedärme auf wesentlich anderen Argumenten beruht, als die von Schiff herrührende für die Herzbewegung durchführte und auf den Splanchnicus übertragene Erschöpfungstheorie, „welcher sich auch Spiegelberg angeschlossen hat. Gegen diese Theorie

lassen sich auch für den *N. splanchnicus* dieselben gewichtigen Bedenken erheben, welche von den verschiedersten Seiten in Bezug auf die Vagusreizung in ihrem Einflusse auf die Herzrhythmik geltend gemacht worden sind.

Eben so wenig hat Bonsdorff[1]) den Sachverhalt richtig beurtheilt. Zwar verlegt er die Ursache der Hemmung in Folge der Splanchnicusreizung ebenfalls nicht in specifisch wirkende Hemmungsfasern, und sucht die hemmende Wirkung auf die gleichzeitige Erregung der vasomotorischen Splanchnicusfasern zu schieben. Er sagt[2]) „Der *N. splanchnicus maior* enthält ebenfalls motorische Nervenröhren, welche sich peripherisch in den Wänden der Darmarterien verzweigen und bei galvanischer Reizung die Blutcirculation in den Capillargefäßen, mithin auch die Nutrition unterbrechen; die unmittelbare Folge hiervon ist die Aufhebung der Bewegung des Muskelgewebes während der Diastole.“ Man sieht aus diesem Satze, daß sich Bonsdorff, in Unkenntniß über die Ursachen der bestehenden Darmbewegungen, über den Zusammenhang zwischen Gefäßcontraction und Sistirung der Bewegung, eine von der unsrigen wesentlich abweichende Vorstellung gebildet.

Überblicken wir zum Schlusse die in dieser Abhandlung niedergelegten Beobachtungen und die daraus abgeleiteten Schlüsse, so läßt sicht leicht die Übereinstimmung in den Contractionserscheinungen der Darmmuskulatur mit denjenigen der glatten Muskelfasern an anderen Organen auffassen. Wir sehen in Folge der Dyspnoe sich die Pupille verengern, die kleinen Arterien durch eine centrale und peripherische Reizung sich contrahiren, die Harnblase ihren Inhalt austreiben, die Milz sich zusammenziehen. (Die Contractionen an der Milz in Folge eingetretener Dyspnoe haben wir mehrfach bei Versuchen an Hunden gesehen und können demgemäß die Angaben von Sabinsky nnd Setchenow[3]) über diesen Punkt bestätigen). Mit den im Gefolge der Dyspnoe sich einstellenden Contractionen

---

[1]) Kritik des sogenannten Hemmungsnervensystems, Zeitschrift für rationelle Medicin, III. Reihe, Bd. XXXVI, pag. 15. Die Bonsdorff'schen Auseinandersetzungen stimmen überein mit den Ansichten von Brown Sequard über die Natur des Hemmungsvorganges.

[2]) L. c. pag. 39.

[3]) Eine Notiz hierüber findet sich in einer Arbeit von Kowalewsky und Adamük, Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1868. pag. 583.

ließen sich diejenigen Darmbewegungen, in Bezug auf die ihnen zu Grunde liegenden Ursachen, identificiren, welche durch Aortencompression hervorgerufen werden. (In dieser Beziehung erhält unsere Auffassung dieser Frage eine neue Stütze durch die Untersuchung von Nawalichin[1]), welcher darthat, daß durch Compression der beiden Cartioden im Hirne dieselben reizenden Momente gesetzt werden, wie in der Dyspnoe, welche vom vasomotorischen Centrum aus eine Contraction der kleinen Arterien und in Folge hievon eine bedeutende Steigerung des arteriellen Druckes hervorbringen). Wir sehen auch, wie in Folge der mit dem Tode sich einstellenden Venosität des Blutes alle Organe mit glatten Muskelfasern in Contractionen gerathen, welche die Erstickungskrämpfe der quergestreiften Muskulatur an Intensität übertreffen und der Zeit nach überdauern. Aus dem Umstande, daß zu einer gewissen Periode in Folge der Zusammenziehung der glatten Muskulatur an den kleinen Arterien die im venösen Blut gegebenen Reize vom Darme abgehalten werden, sodann aber ein großer Theil der Blutmasse sich im geräumigen Gefäßbezirke des Unterleibes ansammlt, erklären sich die oft so außerordentlich intensiven Darmbewegungen post mortem.

Wir haben fernerhin die Stellung des *N. vagus* und des *N. splanchnicus* zu den Darmbewegungen einer erneuten Untersuchung unterzogen; wir kamen dabei zum Schlusse, daß beide Nerven entschieden motorische Fasern für die Darmmuskulatur beherbergen, daß aber für das Wirksamwerden einer in ihnen sich fortpflanzenden Erregung in der Muskulatur (respective in ihrem Ganglienapparat) ganz bestimmte Bedingungen gegeben sein müssen, nämlich die Anwesenheit eines Blutes von gewisser venöser Beschaffenheit. In den beiden genannten Nerven verlaufen aber auch Fasern, deren Reizung Stillstand sich bewegender Darmschlingen hervorbringt; bei den aufgedeckten Beziehungen zwischen Darmbewegungen und Beschaffenheit des im Darme enthaltenen Blutes und den bekannten Einwirkungen der genannten Nerven auf das Herz und die Gefäße, war es nicht schwer diese Erscheinungen zu erklären, ohne specifische Hemmungsfasern für den Darm im *N. splanchnicus* anzunehmen.

---

[1]) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1870. pag. 483.

Jedermann, der selbst über Darmbewegungen experimentirt hat, weiß, daß die einschlägigen Versuche mit Unregelmäßigkeiten behaftet sind. Die Ursachen der früheren so vielfach sich widersprechenden Versuchsresultate glauben wir zum Theil aufgedeckt zu haben. Nichts destoweniger haben wir zuweilen den vorausgesehenen Erfolg eines Eingriffes vermißt, ohne den näheren Grund eines solchen Vorganges entdecken zu können.

Nur durch eine sehr große Anzahl von Versuchen, wie sie vor uns wohl nicht durchgeführt worden sind, konnten wir die hier dargelegten Resultate gewinnen. Der Umstand aber, daß die Experimente gar nicht selten Abweichungen von der Regel ergeben, beweist zur Genüge, daß hier noch Bedingungen ins Spiel kommen mögen, deren nähere Erforschung die experimentelle Physiologie in der Zukunft noch hinlänglich beschäftigen wird. Wir haben, lediglich aus äußeren Rücksichten, diese Untersuchungen abgebrochen, von deren Resultaten wir hoffen, daß sie belehrt haben, die Bewegungen des Darmes von einem allgemeineren Gesichtspunkte aufzufassen, als dies bisher möglich war.

XXVIII. SITZUNG VOM 9. DECEMBER 1870.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freiherr v. Ettingshausen den Vorsitz.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über den Meteorstein von Goalpara und über die leuchtende Spur der Meteore"; von dem c. M. Herrn Director Dr. G. Tschermak.

„Chemische Untersuchung des Meteoriten von Goalpara in Assam (Indien)", vom Herrn Nicolae Teclu, eingesendet durch Herrn Director Tschermak.

„Über Coccolithen und Rhabdolithen", von dem c. M. Herrn Prof. Dr. Osc. Schmidt in Graz.

„Über die Maxima und Minima der Winkel, unter welchen krumme Flächen von Radien-Vectoren durchschnitten werden", vom Herrn Dr. K. Exner.

Das c. M. Herr Prof. Dr. E Mach in Prag übersendet eine für den „Anzeiger" bestimmte Notiz vom Herrn Dr. Cl. Neumann, betreffend eine Versuchsreihe über die Kundt'schen Staubfiguren.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXX, Heft 1. Leipzig & Heidelberg, 1870; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 8. Jahrg., Nr. 23. Wien, 1870; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1826 (Bd. 77. 2.) [illegible] 1870; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives [illegible] physiques et naturelles. N. P. Tome XXXIX, Nr. [illegible] Lausanne et Paris, 1870; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zei[illegible] Nr. 23. Wien, 1870; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXXI. Jahrg., Nr. 39. Wien, 1870; gr. 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band II, 7. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

Nature. Nr. 57, Vol. 3. London, 1870; 4°.

Leseverein, akademischer, an der k. k. Universität und st. l. technischen Hochschule in Graz: III. Jahresbericht 1870. Graz; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1870, Nr. 15. Wien; 4°.

Société Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1870. Tome XLIII, Nr. 2. Moscou; 8°.

— des Sciences naturelles de Neuchatel: Bulletin. Tome VIII, 3e cahier. Neuchatel, 1870; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 56. Wien, 1870; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner, XIII. Jahrgang. N. F. VI. Band, 17. Heft. Leipzig, 1870; 8°.

— des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXII. Jahrgang, 11. Heft. Wien, 1870; 4°.

XXVIII. SITZ

In Verhinderung d
v. Ettingshausen de

Der Secretär legt f

„Über den Meteore
Spur der Meteore“; v
Tschermak.

„Chemische Untersu
Assam (Indien)“, vom H
Herrn Director Tscherm

„Über Coccolithen u
Prof. Dr. Osc. Schmidt

„Über die Maxima u
krumme Flächen von Radie
Herrn Dr. K. Exner.

Das c. M. Herr Prof. D
den „Anzeiger“ bestimmte
treffend eine Versuchsreihe

An Druckschriften wurd

Annalen der Chemie & Ph
N. R. Band LXXX, Heft
Apotheker-Verein,
Nr. 23. Wien,
Astronomisch
1870; 4°.
Bibliothèque
phrap

von Goalpara

(Indien) ist am genau
die Asiatic Society
gab eine Nachricht
Akademie Band
der äußeren Form

wurde mir von Herrn

Eisen, Schwefel
Thonerde (Spuren).

des feingepulver-
in Lösung ge-
wurde mit heißem
120° C.) und zur
einer Verbrennungs-
enthielt, im Strome
bei der Verbrennung
die Kohlensäure
mit festem Ätzkali

Die nach der Verbrennung in dem Platinschiffchen gebliebene ...stanz wurde zunächst mit Salzsäure und das darin Unlösliche ...h Schmelzen mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen.

Die Producte beider Aufschließungen wurden nach dem bei ...at-Analysen gebräuchlichen Gange behandelt, die einzelnen ...erschläge nach dem Glühen und Wägen in der von E. Ludwig ...leuteten Weise genau untersucht [1]).

Die bei der Analyse erzielten Resultate sind folgende:

...8032 Gr. des Meteoriten mit Kupferchlorid behandelt, gaben ... Gr. Eisenoxyd, entsprechend 0·1531 metallischem Eisen oder ...ct.

...3886 Gr. des vom metallischen Eisen befreiten Meteoriten

... Bei der Verbrennung im Sauerstoffstrome: 0·0177 Gr. ... entsprechend 0·002 Gr. Wasserstoff und 0·0404 Gr. Kohlen... ...tsprechend 0·011 Gr. Kohlenstoff.

... Bei dem Aufschließen mit Salzsäure:

...977 Gr. Eisenoxyd, entsprechend 0·1779 Gr. Eisenoxydul, ...re Mengen von Thonerde, 1·1228 Gr. pyrophosphorsaure ..., entsprechend 0·4046 Gr. Magnesia und 0·8098 Gr. un... Rückstand, welcher

... bei der Aufschließung mit kohlensaurem Natronkali lieferte:

...124 Gr. Kieselsäure, 0·027 Gr. Eisenoxyd, entsprechend ...Gr. Eisenoxydul, 0·0091 Gr. Kalk und 0·4548 Gr. pyro...saurer Magnesia, entsprechend 0·164 Gr. Magnesia.

... Meteorit enthält demnach:

...lies Eisen und Spuren von Schwefeleisen . .	8·49 Pct.
...toff	0·73 „
...toff	0·13 „
. . . . .	90·65 „
	100·00 Pct.

...alyse der Silicate von E. Ludwig, Poggendorff's Annalen d. Phys. und Chem. ...149.

Die Zusammensetzung der Silicate ist folgende:

Gesammt Kieselsäure		44·52 Pct.
Durch Salzsäure aufschließbar	Eisenoxydul	12·93 „
	Thonerde	(Spur)
	Magnesia	29·41 „
Durch Salzsäure nicht aufschließbar	Eisenoxydul	1·77 „
	Kalk	0·66 „
	Magnesia	11·92 „
		101·21 Pct.

Aus dem Verhältniß der Bestandtheile ergibt sich, daß die in dem Meteorite enthaltenen Silicate ein Gemenge von Olivin und Broncit sind.

Über den Meteorstein von Goalpara und über die leuchtende Spur der Meteore.

Von dem c. M. Gustav Tschermak.

(Mit 1 Tafel.)

1. Der Meteorit von Goalpara.

Das k. k. Hof-Mineraliencabinet verdankt der Freundlichkeit der Herren T. Oldham und F. Stoliczka in Calcutta eine ausgezeichnete Probe des genannten Meteoriten, der schon durch seine äußere Form sehr merkwürdig ist. Herr Hofrath v. Haidinger hat dieselbe beschrieben und gezeigt, daß die ausgezeichnete Oberfläche die Orientirung des Steines gegen die Bahn seines Fluges durch die Atmosphäre angibt. In Beziehung auf die mineralogische Beschaffenheit erwähnte v. Haidinger nur das eine, daß der Meteorit verschieden sei von allen bisher bekannten und dem ersten Anblick nach ein grobkörniges Olivingestein von tief dunkler grauer Farbe darstelle [1]).

Bei der genaueren Untersuchung fand ich, daß vier verschiedene Bestandtheile zu unterscheiden seien und der Meteorit seine dunkle Färbung einer kohligen Beimengung verdanke. Es schien demnach wünschenswerth, die Natur des eigenthümlichen Steines mit möglicher Vollständigkeit zu bestimmen und ich ersuchte Herrn Professor Ludwig auch eine chemische Analyse zu veranlassen, zu welcher das Material durch die Güte des Herrn T. Oldham vorlag, welcher nebst dem Bruchstücke des Meteoriten auch eine Partie kleiner Splitter zu dem gedachten Zwecke an das Hof-Mineraliencabinet überlassen hatte.

[1]) Sitzungsberichte Bd. LIX, pag. 224 und 665.

Indem ich die Analyse des Herrn N. Teclu besonders vorlege, bespreche ich hier zuerst das Ergebniß der mineralogischen Untersuchung.

Der Meteorit ist außen tief graubraun und hat eine äußerst dünne Schmelzrinde. Er ist hart und fest, so daß man leicht dünne Platten daraus schneiden kann. Innen ist derselbe dunkelgrau und zeigt im Bruche und im Schnitte ein eigenthümliches körniges Gefüge. Die ganze Masse ist nämlich durch offene Sprünge unregelmäßig körnig abgesondert, zugleich aber hat sie eine porphyrische Structur, indem in der tiefgrauen Grundmasse hellfarbige, gelbliche Körner eingeschlossen erscheinen, die alle ungefähr gleiche Größe zeigen circa 1 Mm. Die Sprünge ziehen sich blos durch die Grundmasse nicht durch die Krystalle. Fig. 1, welche das 3mal vergrößerte Bild einer Schnittfläche darstellt, gibt eine Vorstellung von dieser Structur.

Das Volumgewicht des Meteoriten wurde gleich 3·444 gefunden.

Die Körnchen, welche in der Grundmasse eingeschlossen sind, wurden als zwei verschiedenen Mineralien angehörig erkannt. Die einen haben eine ausgezeichnete Spaltbarkeit, während die anderen keine solche erkennen lassen. Vergl. Fig. 2.

Das spaltbare Mineral ist rhombisch. Die vollkommenen Spaltflächen gehen nach zwei Richtungen, die einen Winkel von 92° einschließen. Die optischen Hauptschnitte liegen parallel der Spaltungskante und in den Blättchen, welche senkrecht auf das Prisma von 92° geschnitten sind, liegen sie parallel den Diagonalen. Splitter des Minerals schmelzen in der Löthrohrflamme nicht, das Pulver wird von Säure nicht zersetzt. Die qualitative Analyse ergab die Gegenwart von Kieselsäure, Magnesia, Eisen. Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, daß das spaltbare Mineral Enstatit sei.

Die Körner des zweiten Minerals sind etwas dunkler gefärbt. Sie zeigen keine Spaltbarkeit, bestehen überhaupt nicht aus Einem Individuum, sondern sind aus einer Unzahl von kleinen Körnchen zusammengeballt. Der Dünnschliff zeigt im polarisirten Lichte diese Zusammensetzung und die verschiedene Orientirung der Theilkörnchen sehr schön. Das Mineral ist gleichfalls unschmelzbar und enthält dieselben Bestandtheile wie das zuvor beschriebene. Dagegen wird es von Säuren zersetzt. Es bleibt kein Zweifel, daß dieses Mineral Olivin sei.

Die Grundmasse, in welcher die beiden Mineralien eingeschlossen sind, erscheint sehr feinkörnig. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, daß sie zum Theil aus kleinen durchsichtigen Theilchen besteht, welche dieselbe Form haben wie die Theilkörnchen des Olivines, zum Theile aber aus undurchsichtigen Mineralien, welche nur im auffallenden Lichte unterschieden werden können. Man erkennt auf diesem letzteren Wege drei verschiedene Körper. Der eine ist ungemein leicht zu bestimmen durch seinen Metallglanz und die Farbe. Es ist das Eisen. Dieses bildet eine schwammige Masse mit äußerst dünnen Zellwänden. Diese Wände sind aus sehr kleinen glänzenden Krystallen aufgebaut, die zuweilen die Würfelform erkennen lassen. Mit dieser schwammigen Eisenmasse ist ein anderer Körper verbunden, der bei starker Vergrößerung als eine rauchbraune staubige glanzlose Masse erscheint. Endlich sieht man in der Grundmasse hie und da winzige gelbe metallisch glänzende Körnchen, die ich für Magnetkies halte.

Wie die schwarze Grundmasse im grellen auffallenden Lichte bei 60maliger Vergrößerung aussieht, soll Fig. 3 darstellen. Die erkennbaren Grübchen sind durch Olivinkörner ausgefüllt. Der Olivin und der pulverige glanzlose Körper treten bei dieser Beleuchtung ganz zurück, so daß nur das schwammige Eisen sichtbar ist.

Die Grundmasse dringt nun auch zwischen die Körnchen ein, welche die Olivinklümpchen zusammensetzen (Vergl. Fig. 2), und hier sieht man die freien Enden, in welche die schwammige Eisenmasse und der matte begleitende Körper ausgehen. Es erscheinen nämlich ästige, blattartige, fadenförmige oder punktförmige Gestalten, die sich in die Sprünge zwischen den einzelnen Olivinkörnchen hereindrängen. Fig. 4. Diese Formen erinnern lebhaft an die Gestalten, welche Flüssigkeiten annehmen, die in feine Spalten eingedrungen sind und dieselben nicht vollständig erfüllen.

Was die schwarze glanzlose Masse sei, lernt man bei einem weiteren Versuch erkennen. Wenn man das Pulver der Grundmasse mit Salzsäure behandelt, so wird das Eisen, der Magnetkies und der Olivin zersetzt. Im Anfange entwickelt sich eine sehr geringe Menge von Schwefelwasserstoffgas, dann scheidet sich Kieselsäure gelatinös ab. Nun ist aber auch ein Geruch wahrnehmbar ganz ähnlich jenem, der beim Auflösen von kohligem Eisen in Salzsäure entsteht. Nach länger dauernder Einwirkung der Säure bleibt die Masse noch

immer grau, beim Verdünnen mit Wasser erhebt sich die graue Substanz zur Oberfläche der Flüssigkeit oder sie haftet den Kieselsäureflocken an und man erkennt beim Schlämmen, daß sie ein geringes Volumgewicht habe. Auf dem Platinblech geglüht, verschwindet der graue Körper, welcher in allen Eigenschaften dem Ruß ähnlich ist.

In der Grundmasse wurden also vier Körper unterschieden, Olivin, Eisen, Magnetkies und ein kohliger Körper.

Die geschilderte Grundmasse umgibt nun die eingeschlossenen Körner in der Weise, daß die Körner des Enstatit sich scharf abheben, während die kleinen Olivinklümpchen in die Grundmasse überzugehen scheinen, wie dieses Fig. 2 angibt, welche nach einem Dünnschliffe gezeichnet ist.

Nunmehr läßt sich auch die Analyse des Herrn Teclu deuten, welche ich der k. Akademie bereits vorgelegt habe. In derselben ist das Eisen und der Kohlenwasserstoff von den übrigen Bestandtheilen gesondert, es erübrigt also nur eine Bemerkung in Bezug auf die Silicate.

Die Analyse gibt in 100 Theilen des Meteoriten von Goalpara, abgesehen vom gediegenen Eisen und dem Kohlenwasserstoff:
in dem durch Salzsäure zersetzbaren Antheile:

Eisenoxydul	11·72
Magnesia	26·66,

in dem nicht zersetzbaren Antheile:

Eisenoxydul	1·60
Magnesia	10·79
Kalkerde	0·60

und in beiden Antheilen zusammen:

Kieselsäure	40·36.

Der zersetzbare Antheil ist unzweifelhaft Olivin, der unzersetzbare muß wenigstens zum großen Theil Enstatit sein. Die kleine Menge von Kalkerde deutet auf eine geringe Beimengung von Augit. Wenn man nun den ersten Antheil als Olivin betrachtet, für den zweiten aber die Enstatitformel annimmt und demgemäß die gefundene Kieselsäuremenge vertheilt, so ergibt sich für den zersetzbaren Antheil:

Kieselsäure	23·34
Eisenoxydul	11·72
Magnesia	26·66

und für den unzersetzbaren

Kieselsäure	17·02
Eisenoxydul	1·60
Magnesia	10·79
Kalkerde	0·60.

Der zersetzbare Antheil besteht demnach aus einem Olivin, in welchem die Silicate Mg_2SiO_4 und Fe_2SiO_4 in dem Gewichtsverhältniß von 3 : 1 gemischt sind, der unzersetzbare Antheil aber wird von einem Enstatit gebildet, der nur etwas über 4 Pct. Eisenoxydul enthält. Die zuvor angeführten Zahlen mit den berechneten verglichen geben für den Olivin:

	Beobachtet	Berechnet
Kieselsäure	(23·34)	24·04
Eisenoxydul	11·72	11·02
Magnesia	26·66	25·92,

für den Enstatit

Kieselsäure	(17·02)	17·35
Eisenoxydul	1·60	1·43
Magnesia	10·79	10·46
Kalkerde	0·60	0·44.

Die Daten der Analyse sind demnach in folgender Weise zu gruppiren:

Eisen 8·49	8·49	Ged. Eisen.
Wasserstoff 0·13 Kohlenstoff 0·72	0·85	Kohlenwasserstoff.
Kieselsäure 23·34 Eisenoxydul 11·72 Magnesia 26·66	61·72	Olivin.
Kieselsäure 17·02 Eisenoxydul 1·60 Magnesia 10·79 Kalkerde 0·60	30·01	Enstatit.

Schwefel ... Spuren Eisen.....	}	kl. M. Magnetkies.
101·07		101·07

Der Meteorit von Goalpara gehört also zu denjenigen, welche sowohl Olivin als auch ein Mineral der Bronzitgruppe enthalten, eine Abtheilung, welche zuerst von mir durch Untersuchung des Meteoriten von Lodran festgestellt worden [1]). Der Olivin beträgt aber im vorliegenden Falle doppelt so viel als der Enstatit, die Menge des gediegenen Eisens ist nicht bedeutend. Was aber den Meteoriten besonders auszeichnet, ist der Gehalt an einem Kohlenwasserstoff, dessen Menge allerdings nur 0·85 Pct. ausmacht, der aber die Färbung des Steines hauptsächlich bedingt. In Beziehung auf diese Beimengung schließt sich dieser Stein den kohligen Meteoriten an, und ist am ähnlichsten dem von Kaba (1857 April 15.), dessen chemische Zusammensetzung nach v. Wöhler's Analyse der zuvor angeführten besonders bezüglich der Silicate nahe kömmt. Der Meteorit von Goalpara unterscheidet sich aber von den übrigen kohligen Verwandten durch seine feste Textur, denn er ist wie gesagt sehr zähe und nicht im geringsten abfärbend, wie es bei denen von Kaba, Alais etc. der Fall ist.

Demnach erscheint der Goalpara-Meteorit, dessen Fallzeit leider unbekannt ist, in dreifacher Beziehung merkwürdig, nämlich durch seine orientirte Oberfläche, durch seine zerschnitten-körnige Structur und durch seinen Gehalt an Kohlenwasserstoff.

Das Auftreten von kohligen Substanzen ist bei den dadurch grau gefärbten Meteoriten auffallender, sobald aber die Menge des Graphites oder der Kohlenstoffverbindung geringer ist, führt erst die Analyse zur Entdeckung desselben.

Merkwürdig ist hierin der Stein von Mezö Madaras (1852 Sept. 4.), welcher sehr fein vertheilten Graphit führt. Wöhler und Atkinson haben die Menge des letzteren zu 0·82 Pct. bestimmt. Der dem letzteren ähnliche Stein von Renazzo (1824 Jänner 15.) enthält ebenfalls eine geringe Menge einer Kohlenstoffverbindung, wie ich durch einen Versuch ermitteln konnte, und auch

[1]) Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wissensch. Bd. LXI, p. 465 und Pogg. Ann. Bd. 140, p. 321.

der Meteorstein von Ornans (1868 Juli 11.) gehört, wie ich mich überzeugte, zu denjenigen, deren Färbung zum Theil durch eine Kohlenstoffverbindung bedingt ist. Derselbe verhält sich in dieser Hinsicht ähnlich dem von Goalpara.

2. Bemerkung über die leuchtende Spur der Meteore.

Das Vorkommen kohlenstoffhältiger Substanzen in den Meteoriten hat schon beim Bekanntwerden dieser Thatsache Aufsehen erregt und ist auch heute noch geeignet die Aufmerksamkeit der Forscher im hohen Grade zu erregen. Nicht blos Graphit, nicht nur Kohlenstoff an sich erscheint in manchen Meteoriten, auch Verbindungen dieses Elementes mit Wasserstoff und Sauerstoff werden uns von solchen Körpern aus dem Weltraume gebracht. Für die geologische Ansicht, welche sich allen freien Kohlenstoff der Erde aus ursprünglich vorhandener Kohlensäure durch Vermittelung von Organismen gebildet denkt, ist dadurch ein Hinweis auf die mögliche frühere Existenz auch anderer Kohlenstoffverbindungen gegeben, entsprechend Berthelot's Versuchen, welche zeigen, daß auch direct aus den Elementen solche Kohlenstoffverbindungen, wie sie in den Meteoriten vorkommen, gebildet werden können.

Ich habe jedoch nicht die Absicht auf diese Frage einzugehen, sondern ich möchte diesmal eine Seite der Betrachtung auswählen, welche den Zusammenhang jenes Vorkommens mit den bei Meteoritenfällen beobachteten Lichterscheinungen betrifft. Wenngleich dies über den engeren Kreis der Meteoritenforschung hinausreicht, so ist doch das Zusammentreffen mehrerer Beobachtungen, welche auf denselben Punkt hindeuten so ermuthigend, daß ich mir erlaube hier wenige Worte anzufügen. Vor Kurzem veröffentlichte A. E. Nordenskiöld eine Untersuchung, welche ungemein wichtige hierher gehörige Thatsachen enthält[1]). Nordenskiöld theilt die Beobachtung mit, daß bei dem Meteoritenfalle, der am 1. Jänner 1869 bei Hessle unweit Upsala stattfand, mit den Steinen zugleich Flocken einer schwarzen Masse herabfielen, welche 71 Pct. einer kohlenstoffhältigen Verbindung enthielten. Durch den Umstand, daß der Meteoritenschauer auf Flächen von Eis und Schnee niederging, sind uns nicht nur viele der mitunter

[1]) Poggendorff's Annalen Bd. 141. pag. 205

winzigen Steine erhalten, sondern es ist dadurch allein das Bekanntwerden jener neuen und merkwürdigen Thatsache ermöglicht worden.

Die Steine des Falles von Hessle enthalten nur Spuren von Kohlenstoff. Die begleitenden Flocken von kohliger Materie sind wohl zum großen Theil früher verbrannt, bevor das Meteor die Erde berührte. Nordenskiöld ist nun der Ansicht, daß das Feuerphänomen, mit welchem die Meteoriten herniederkommen, der Verbrennung solcher begleitender kohlenstoffhältiger Massen zuzuschreiben sei. Diese Ansicht hat bezüglich des Falles von Hessle wohl ihre Begründung, doch dürfte vorläufig die Begleitung solcher kohliger Materie nicht als Regel zu betrachten sein und ich glaube daher, daß man im Allgemeinen nur der Anschauung v. Haidinger's beipflichten kann, nach welcher die Unzahl von glühenden Partikelchen, welche auch von einem kohlenstofffreien Meteoriten beim Fluge durch die Luft sich abtrennen, vollkommen genügen, die Erscheinung der sogenannten Feuerkugel hervorzubringen [1]).

Durch das Zusammenprallen von Luft mit dem Meteoriten wird an der Oberfläche des lezteren, wie Bunsen gezeigt hat, soviel Wärme erzeugt, daß die unverbrennlichen Körper wie Olivin, Bronzit, Augit, Anorthit schmelzen, die brennbaren wie Eisen, Magnetkies und kohlige Beimengungen auch brennen. Die Eisenmeteorite von Agram und Braunau kamen daher mit einer eigentlichen Brandrinde zu uns, sie sind oberflächlich oxydirt, während solche Meteorite, die fast gar keine brennbaren Körper enthalten wie die Steine von Juvinas und Stannern, eine reine Schmelzrinde an sich tragen.

Von der geschmolzenen, ebenso wie von der ganz oder theilweise brennenden Oberfläche des Meteoriten, werden, wie Haidinger ausführt, durch die anprallende Luft und auch durch die öfter eintretende Rotation der Meteoriten geschmolzene oder auch brennende, jedenfalls glühende Partikelchen abgeschleudert und es entwickelt sich der Feuerball, in welchem die Meteoriten in ihrem Fluge eingeschlossen erscheinen.

Je nachdem blos unverbrennliche Mineralien oder je nachdem mehr Eisen, oder Magnetkies oder kohlenstoffhaltige Materie m

[1]) Sitzungsberichte Bd. XLIII. 2. Abth. pag. 389

Meteoriten enthalten ist oder je nachdem kohlige Massen begleitend auftreten oder nicht, wird das Leuchten der Feuerkugel blos ein Glühen sein oder auch von einer Verbrennung herrühren und je nach der stofflichen Verschiedenheit des Meteoriten wird auch die Farbe der Feuerkugel eine andere sein, auf welchen Zusammenhang bereits J. F. Schmidt hingewiesen hat [1]).

Das Vorkommen von Kohlenstoffverbindungen in den Meteoriten, besonders aber in der von Nordenskiöld beobachteten Form als Begleitung der Meteoriten, vermag aber nicht nur die Anschauung v. Haidinger's über das Wesen der Feuerkugeln zu erweitern, sondern jene Thatsachen können auch, wie ich glaube, zur Erklärung einer anderen Erscheinung vieles beitragen.

Die Feuerkugeln sowohl, als auch Sternschnuppen, hinterlassen nicht selten am nächtlichen Himmel eine leuchtende Spur, einen sogenannten Schweif. Da man in Klimaten mit durchsichtigerer Luft die Erscheinung häufiger wahrnimmt, so darf man annehmen, daß, sowie viele Feuerkugeln, auch die Mehrzahl der Sternschnuppen eine leuchtende Spur hinterlassen.

Diese leuchtende Spur ist zuweilen minutenlang sichtbar, ja wir haben eine Beobachtung von Krusenstern, welche 1803 in der Polarregion mit freiem Auge und eine von Schmidt, welche 1866 zu Athen mit freiem Auge und mit dem Kometensucher angestellt wurde, und welche die Dauer der Sichtbarkeit von einer vollen Stunde angeben.

Die Entstehung der feurigen Spur und die zuweilen lange Dauer des Nachleuchtens lassen sich nicht daraus erklären, daß die erhitzten Lufttheilchen so lange glühend bleiben, denn die niedere Temperatur der Umgebung gestattet keine längere Dauer des Glühens der Luftpartikel oder der abgeschleuderten geschmolzenen aber nicht brennbaren Theilchen des Meteoriten. Man hat wohl öfters daran gedacht, ein Phosphoresciren der von dem Meteoriten durcheilten Luft anzunehmen, doch der Umstand, daß über das Wesen der Phosphorescenz so wenig bekannt ist, würde diese Erklärung zu einer wenig vollständigen machen. Wenn es hingegen gestattet ist, anzu-

---

[1]) Astronom. Beobachtungen über Meteorbahnen und deren Ausgangspunkte. Athen 1869.

nehmen, daß bei dem Durchstreichen der Feuerkugel durch die Luft brennbare und daher auch brennende Theilchen zurückgelassen werden, dann ist es erlaubt, das Nachleuchten als ein Verbrennen dieser in der Bahn des Meteores zurückgebliebenen Partikel anzusehen. Jene Annahme ist aber nach dem Gesagten einigermassen begründet.

Bei manchen Meteoritenfällen gelangen größere und kleinere Steine in grossem Schwarme herab, manche Steinchen sind sehr klein, wie bei dem Fall von Hessle, wo umrindete Steinchen von weniger als anderthalb Millimeter Durchmesser fielen. Dabei haben die Meteorite oft eine lockere Beschaffenheit. Dieses macht es nicht unwahrscheinlich, daß nach der von A. Herschel und von Haidinger vertretenen Anschauung die herabstürzenden Meteorite nur die Überbleibsel einer Wolke sind, die aus größeren und kleineren bis staubartig feinen Theilen bestand [1]). Die größeren Partikel gelangen zu uns, nachdem ein Theil davon abgeschmolzen und zerstreut worden, die kleineren Partikelchen, welche der Reibung eine verhältnißmäßig größere Fläche bieten und namentlich die specifisch leichten Kohlenstoffverbindungen, wofern solche begleitend auftreten, werden zum großen Theil schon früher ihre ursprüngliche Geschwindigkeit verloren haben. Die brennbaren Theilchen, welche glühend geworden sind, werden dann in der Luft von geringer Dichte langsam abbrennen, eine leuchtende Spur an der Stelle der von der Wolke durchlaufenen Bahn bildend. Diesen Voraussetzungen entsprechend würde die in manchen Fällen lange Zeit sichtbar bleibende Spur der Feuerkugeln und Sternschnuppen darauf deuten, daß die bezügliche Meteorwolke besonders viel kohlenstoffhaltige Materie mit sich führte.

---

[1]) Sitzungsberichte Bd. XLIX. 2. Abth. pag. 6.

Fig. 2.

Fig. 1.

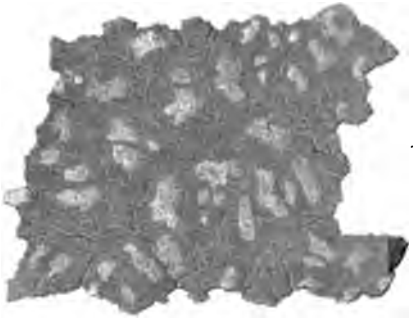


Fig. 3.

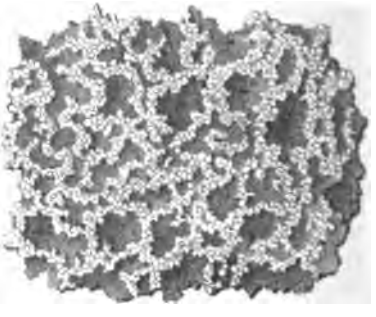
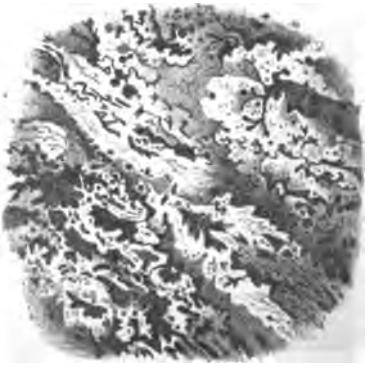


Fig. 4.



Erläuterung der Tafel.

Fig. 1. Ein Schnitt durch den Meteorstein von Goalpara im auffallenden Lichte bei dreimaliger linearer Vergrößerung, die zerschnittene körnige Absonderung und die porphyrische Structur zeigend.

Fig. 2. Eine helle Partie des Dünnschliffes im durchfallenden Lichte bei 60maliger Vergrößerung. Man erkennt einen Enstatit mit feinen parallelen Linien und körnige Olivinklümpchen, welche am Rande in die Grundmasse übergehen.

Fig. 3. Die schwarze Grundmasse im auffallenden Lichte bei 180maliger Vergrößerung. Es tritt die schwammige Structur des krystallinischen Eisens hervor.

Fig. 4. Ein Theil eines Olivinklümpchens im durchfallenden Lichte bei 240maliger Vergrößerung. Die schwarzen Stellen sind Ausläufer des Eisens der Grundmasse, die grauen Partikel bezeichnen die feinvertheilte kohlige Masse. Beide dunkle Körper bilden die Fortsetzung der Grundmasse, welche in die feinen Spalten zwischen den Olivinkörnchen eindringt.

XXIX. SITZUNG VOM 15. DECEMBER 1870.

Herr Dr. L. J. Fitzinger in Pest übersendet die II. Abtheilung seiner Abhandlung: „Revision der Ordnung der Halbaffen oder Äffer *(Hemipitheci)*".

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow legt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung vor, betitelt: „Physische Zusammenkünfte der Planeten (1) bis (82) während der nächsten Jahre".

Herr Prof. J. Seegen überreicht eine Abhandlung: „Zur Frage über die Ausscheidung des Stickstoffes der im Körper zersetzten Albuminate".

Herr A. Wassmuth, Assistent für Physik am Wiener k. k. Polytechnikum, übergibt eine Abhandlung: „Über die Arbeit, die beim Magnetisiren eines Eisenstabes durch den elektrischen Strom geleistet wird".

Herr Dr. Sigm. Exner legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Untersuchungen über die Riechschleimhaut des Frosches".

Das Damen-Comité für die Feier des 80. Geburtstages Fr. Grillparzer's ladet mit Circular-Schreiben vom December l. J. zur Theilnahme an dieser Feier ein.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Astronomische Nachrichten. Nr. 1827 (Bd. 77. 3). Altona, 1870; 4°.

Boni, Carlo, e Giovanni Generali, Sulle Terremare Modenesi. Modena, 1870; 8°.

Ferdinandeum für Tirol und Vorarlberg: Zeitschrift. III. Folge, XV. Heft. Innsbruck, 1870; 8°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. N. F. 3. Nr. 14. (Schluß.) Wien, 1870; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXXI. Jahrg., Nr. 40. Wien, 1870; gr. 8°.

Haller, Carl, Das Ozon und sein Verhältniß zu den entzündlichen Krankheiten der Athmungsorgane etc. (Aus d. Jahresberichte des k. k. allgem. Krankenhauses. 1870.) Wien; 8°.

Landbote. Der steirische. 3. Jahrgang. Nr. 25. Graz, 1870; 4°.

Lotos. XX. Jahrgang, November 1870. Prag; 8°.

Mittheilungen des k. k. technischen & administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1870, 11. Heft. Wien; 8°.

Museum Francisco-Carolinum in Linz. XXIX. Bericht. Linz, 1870; 8°.

Nature. Nr. 58. Vol. III. London, 1870; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. V, Nr. 7. Torino, 1870; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XX. Jahrgang, Nr. 57. Wien, 1870; 4°.

Physische Zusammenkünfte der Planeten (1) bis (82) während der nächsten Jahre.

Von dem w. M. Karl v. Littrow.

(Auszug einer am 15. Dec. 1870 für die Denkschriften vorgelegten Abhandlung.

Ich habe die im XVI. Bande der Denkschriften mathematisch-naturwissenschaftlicher Classe publicirte Arbeit über physische Zusammenkünfte der Planeten (1) bis (42) nun auf die ersten 82 Himmelskörper der Gruppe zwischen Mars und Jupiter ausgedehnt.

Die 3321 Combinationen zu zwei ohne Wiederholung, welche zwischen den untersuchten Gestirnen zu bilden waren, haben auf dem l. c. erörterten graphischen Wege 695 Bahnnähen gleich oder unter der gegenseitigen Distanz 0·05 in Theilen der halben Grossen Erdbahnachse, darunter 333 gleich oder unter 0·02 und 91 Doppelnäherungen zwischen denselben zwei Bahnen ergeben. Bahnnähen über 0·05 blieben unberücksichtigt.

Die weitere Sichtung geschah wie bei der früheren Arbeit durch Bestimmung der Durchgangszeiten je zweier Planeten durch ihre bezüglichen Bahnnähen in allen Fällen, wo diese auf oder unter 0·03 einander nahe kommen, mit Übergehung von Maja wegen Unsicherheit der Elemente. Für die nächsten zehn Jahre (die Abhandlung geht in dieser Beziehung bis zum Ende des Jahrhnnderts) fand ich so folgende Zusammenkünfte:

Combination	Durchgang in Bahnnähe nach 1865·0 I	Durchgang in Bahnnähe nach 1865·0 II	Differenz	Epoche der Zusammenkunft im Mittel	Bahnnähe Distanz	Bahnnähe Länge	Anmerkungen	
1871.								
Nysa-Virginia I.....	2197ᵀ7	2224ᵀ1	26ᵀ4	Jänner 20.	0·02	70°		
Frigga-Massalia	2304·9	2299·4	5·5	April 21.	?	350	Spielr.	320°—350°
Hesperia-Juno	2292·7	2313·1	20·4	April 22.	0·00	148	„	142°—153°
Astraea-Diana II	2344·1	2361·0	16·9	Juni 11	0·00*	350		
Doris-Terpsichore	2358·7	2359·1	0·4	Juni 17.	0·02*	182		
Alcmene-Leda.....	2425·1	2411·1	14·0	August 15.	0·01	274		
Concordia-Euphrosyne ...	2415·6	2445·4	29·8	August 28.	0·03*	24		
Bellona-Nemausa	2428·5	2457·3	28·8	September 9.	0·02*	65	„	55°—76°
1872.								
Irene-Thetis II	2569·6	2577·7	8·1	Jänner 18.	0·03*	224		
Echo-Galathea II	2641·6	2646·0	4·4	März 28.	0·01	32		
Ariadne-Lutetia	2657·9	2640·0	17·9	April 2.	0·02	80	„	78°—85°
Bellona-Parthenope	2797·6	2809·9	12·3	September 4.	0·03*	169		
Thetis-Urania	2850·8	2843·0	7·8	October 17.	0·03	312		
Leucothea-Themis	2896·2	2900·7	4·5	December 7.	0·02*	350		
1873.								
Eurynome-Virginia II	3249·8	3251·1	1·2	November 24.	0·01	248	„	243°—250°

Combination	Durchgang in Bahnnähe nach 1865·0		Differenz	Epoche der Zusammenkunft im Mittel		Bahnnähe		Anmerkungen	
	I	II				Distanz	Länge		
1874.									
Elpis-Nysa	3381·0	3395·2	14·2	April	11.	0·01	16		
Eugenia-Fides	3438·9	3421·0	17·9	Mai	23.	0·03*	163		
Juno-Melete	3465·8	3466·4	0·6	Juni	28.	0·01*	356		
Calypso-Iris	3504·5	3513·5	9·0	August	10.	0·01	116		
Astraea-Vesta	3512·1	3513·1	1·0	August	13.	0·02	42		
1875.									
Europa-Laetitia	3690·2	3689·7	0·5	Februar	7.	0·01	196	Spielr.	193°—197°
Doris-Melete	3766·2	3757·8	8·4	April	20.	0·03	65	„	62°—66°
Flora-Thalia	3830·4	3835·1	4·7	Juni	30.	0·01	217		
Leucothea-Terpsichore II	3838·2	3852·6	14·4	Juli	12.	0·02*	132		
Sappho-Victoria I	3865·6	3838·0	27·6	Juli	19.	0·02	333	„	324°—340°
Panopaea-Psyche	3854·9	3876·8	21·9	August	2.	0·00	36		
Diana-Pallas	3970·2	3973·9	3·7	November	16.	0·00	168		
1876.									
Echo-Sappho	4069·3	4073·2	3·9	Februar	23.	0·00	58	„	56°—63°
Alcmene-Leda	4095·1	4067·9	27·2	März	5.	0·01	274		
Fortuna-Metis II	4110·8	4123·6	12·8	April	10.	0·01*	64	„	58°—72°
Eurynome-Hesperia	4206·7	4235·8	29·1	Juli	22.	0·02*	166	„	162°—175°
Mnemosyne-Proserpina	4331·5	4351·7	20·2	November	20.	0·02*	25		
Bellona-Fortuna	4379·7	4367·5	12·2	December	22.	0·03*	139		

1877.

(Keine bemerkenswerthe Zusammenkunft.)

1878.

Calliope-Pandora	4748·5^T	4749·4^T	0^T·9	Jänner	1.	0·02°	97	„	93°—100°
Calypso-Nysa	4742·0	4761·8	19·8	Jänner	4.	0·03°	13		
Alcmene-Ariadne	4952·9	4951·2	1·7	August	23	0·00	58		
Eugenia-Melpomene	5056·5	5036·3	20·2	October	25.	0·02°	158	„	156°—160°

1879.

Sappho-Victoria I.....	5137·2	5140·7	3·5	Jänner	26.	0·02	333°		
Hebe-Nemausa I.....	5219·1	5249·2	30·1	Mai	1.	0·02°	102		
Euphrosyne-Galathea	5300·2	5285·6	14·6	Juni	29.	0·02	211	Rasche Divergenz der Bahnen	
Sappho-Virginia	5336·4	5333·2	3·2	August	10.	0·02°	55		
Angelina-Proserpina II....	5347·3	5358·6	11·3	September	3.	0·03	251		
Astraea-Euterpe	5376·9	5396·1	19·2	October	1.	0·01	153		
Alcmene-Asia	5411·5	5438·7	27·2	November	8.	0·01	203		

1880.

Asia-Vesta II	5581·9	5606·0	24·7	April	25.	0·01°	244		
Calliope-Leda	5640·0	5650·8	10·8	Juni	15.	0·02	262		
Frigga-Phocaea	5682·2	5710·1	27·9	August	5.	0·02°	41		
Circe-Feronia	5707·2	5723·4	16·2	August	24.	0·01	96	Spielr.	92°—106°.

In dieser Zusammenstellung bedeuten die römischen Ziffern in der ersten Columne, ob die erste (in Länge kleinere) oder die zweite Bahnnähe einer Doppelnäherung in Betracht kommt. In der zweiten Columne bezeichnen die römischen Zahlen den ersten und den zweiten der beiden combinirten Planeten und sind die Durchgangszeiten durch die Bahnnähe in Tagen nach 1865·0 gegeben. Die dritte Columne enthält die Differenz dieser Durchgangszeiten, die vierte die mittlere Epoche des Durchganges in Monatstagen des Jahres der Überschrift, die fünfte die gegenseitige Distanz der Bahnen in Theilen der halben Großen Erdbahnachse (ein * bedeutet Correction wegen einer nachfolgenden 5), die sechste die heliocentrische Länge der Bahnnähe; in der letzten Columne sind die Spielräume angegeben, innerhalb deren die Bahnen in der früher angezeigten wechselseitigen Entfernung bleiben.

Die empirische Durchsicht der Ephemeriden, deren Resultate bis incl. 1867 für alle bis dahin bekannten Planeten zwischen Mars und Jupiter in diesen Sitzungsberichten Jahr für Jahr von mir bekannt gemacht wurden, ergab für die Jahre 1868—1870 keine Zusammenkunft unter 0·03. Da eine bemerkenswerthe Einwirkung der Planeten unter einander etwa erst bei gegenseitiger Distanz 0·01 zu erwarten steht, so wurden die Ergebnisse jener Durchsicht nicht publicirt. Hiebei ist jedoch zu bemerken, daß von Dike (99) keine Ephemeride für 1869 vorhanden war, und ebenso Maja (66), Dike (99) und Camilla (107) aus Mangel auch nur genäherter Orte für 1870 unberücksichtigt blieben.

Discussion der während der totalen Sonnenfinsterniß am 18. August 1868 angestellten Beobachtungen und der daraus folgenden Ergebnisse.

Von dem c. M. Prof. **Edmund Weiss.**

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Juli 1870.)

Nächst der denkwürdigen Sonnenfinsterniß vom 8. Juli 1842, bei welcher man die hohe Wichtigkeit dieser Erscheinungen für die Erforschung der Natur unseres Centralkörpers kennen lernte, wird die vom 18. August 1868 in den Annalen der Sternkunde an Bedeutung stets eine der hervorragendsten bleiben: nicht nur wegen der großartigen Anstrengungen, welche zur Beobachtung derselben gemacht, sondern auch wegen der reichen Erfolge, die dabei erzielt wurden. Ich habe daher eine Zusammenstellung und kritische Bearbeitung der Beobachtungen für wünschenswerth gehalten, und mich dieser zeitraubenden und nicht mühelosen Arbeit um so lieber unterzogen, als es mir nicht nur gelang eine österreichische Expedition zur Beobachtung dieser Finsterniß ins Leben zu rufen, sondern ich mir auch schmeicheln darf, einiges zum Zustandekommen der französischen und norddeutschen Expeditionen beigetragen zu haben. Wohl hat heute eine derartige Arbeit in vielen Stücken nur mehr ein historisches Interesse, indem seither, auf die während der obengenannten Finsterniß gewonnenen Erfahrungen gestützt, eine Reihe glänzender Entdeckungen unsere Kenntniß des Sonnenkörpers bereits erheblich weiter geführt hat; allein es scheint mir trotzdem auch jetzt noch von einer gewissen Wichtigkeit, durch eine sorgfältige Discussion aller Beobachtungen zu zeigen, was aus einer so trefflich beobachteten Finsterniß für Resultate sich ableiten lassen. Um ferner klar zu überblicken, was bei dieser Finsterniß für die Wissenschaft neu errungen wurde, habe ich nach der Besprechung der einzelnen Kategorien von Beobachtungen und der aus ihnen sich ergebenden Folgerungen einen historischen Überblick über das in dieser Richtung

bereits früher Geleistete hinzugefügt. Einen solchen Rückblick halte ich jetzt deshalb für zeitgemäß, weil die Finsterniß des Jahres 1868 in der Geschichte dieser Erscheinungen insofern einen Abschnitt bezeichnet, als bei derselben mehrere sehr wichtige Fragen zur definitiven Entscheidung gebracht wurden, und sich dadurch die Zielpunkte der Forschung des letzten Vierteljahrhundertes wesentlich umgestaltet haben. Doch bin ich nur ausnahmsweise auf frühere Finsternisse als die des Jahres 1842 zurückgegangen, weil sich erst von daher, wenige ganz verschollene, nachträglich wieder ans Licht gezogene Beobachtungen abgerechnet, unsere Kenntniß der Lichterscheinungen an der total verfinsterten Sonne datirt. Außerdem habe ich, so weit sie mir bekannt sind, die Resultate, welche die Beobachtung der vorjährigen Finsterniß ergeben hat, hinzugefügt.

In der nun zunächst folgenden Zusammenstellung habe ich alle jene, aber auch nur jene Beobachtungen, welche sich auf die Physik der Sonne beziehen, wörtlich aus den Originalbeobachtungen ausgezogen, und wenn deren in mehreren Quellen vorkamen, mich an die ausführlichste gehalten, oder auch die Angaben der einen, durch die andere ergänzt. Wohl hätte ich zuweilen gern manche von den höchst interessanten Reise-Erlebnissen der einzelnen Expeditionen ausführlicher besprochen, und wäre nicht ungern auf die verschiedenen Schwierigkeiten näher eingegangen, die sich den des Tropenklimas ungewohnten Europäern im Hochsommer der Erreichung des gewählten Beobachtungsplatzes und der Adjustirung der Instrumente nach so weiten Reisen entgegenstellten: allein ich bin davon abgegangen, weil mich dies von der Aufgabe, die ich mir gestellt, zu weit abgeführt hätte, und wenn man einmal darauf eingeht, die Grenzlinien des noch Aufzunehmenden oder bereits Auszuschließenden ungemein schwer zu ziehen sind. Doch kann ich nicht unterlassen zu erwähnen, daß in der Aufnahme der fremden Expeditionen, und in der Unterstützung ihrer Absichten von Seite der betreffenden Regierungen Außerordentliches geleistet wurde, und nur diesem allseitigen wohlwollenden Entgegenkommen ein großer Theil der errungenen Erfolge zu danken ist.

Die bei den verschiedenen Untersuchungen benützten Apparate habe ich nur insoweit beschrieben, als es mir zur Beurtheilung der Genauigkeit und Sicherheit des Resultates erwünscht schien und die Detailirung der Beobachtungspläne unterlassen, da es mir hier

nicht darauf ankam das Beabsichtigte, sondern das wirklich Ausgeführte zusammenzustellen. Ferner habe ich, dem oben ausgesprochenen Principe gemäß, alle Beobachtungen und Untersuchungen weggelassen, welche sich auf die Correction der Mondtafeln etc. beziehen, und nur Anfang und Ende der Totalität dort wo es beobachtet wurde, beigefügt, um das Zeitintervall, das jeder Beobachter zur Disposition hatte, und die Art, in der er darüber verfügte, mit einem Blicke übersehen zu können. Hervorheben will ich hier nur noch, daß allen Beobachtern die wenigen Minuten der Totalität wie Secunden entschwanden und während derselben das Gefühl der Zeit so gut wie ganz verloren ging. Aus diesem Grunde sind auch alle Zeitangaben aus der Erinnerung, wenn sie nicht durch Chronometerlesungen controlirt wurden, in der Regel ganz unsicher und nur mit großer Vorsicht zu verwenden. Ein eclatantes Beispiel hierfür bietet die Angabe Branfill's, daß der helle Lichtfaden vor dem Beginne der Totalität „a moment" gedauert habe, was er auf näheres Befragen durch Major Tennant dahin erläuterte, daß diese Zeit wohl auch eine halbe Minute betragen haben könne.

Das Detail der geographischen Ortsbestimmungen habe ich ebenfalls übergangen, und nur das Resultat derselben (die Länge von Greenwich aus gezählt) angeführt. Ebenso habe ich als nicht hierher gehörig die meteorologischen und magnetischen Beobachtungen während der Finsterniß weggelassen, die übrigens meiner Ansicht nach bisher entweder, wie die magnetischen und barometrischen Messungen, nur ein negatives Resultat ergaben, d. h. keinen Einfluß der Finsterniß erkennen ließen, oder wie die Thermometerlesungen kaum mehr nachwiesen, als daß beim Vorbeiziehen von Wolken und beim Vorrücken der Phase eine Temperaturerniedrigung eintritt. Die Beobachtungen über den Einfluß der Finsterniß auf die Thier- und Pflanzenwelt und den Eindruck derselben auf Menschen habe ich gleichfalls nicht weiter berücksichtiget, da, insbesondere in Betreff des letzteren das Resultat, je nach der verschiedenen Empfänglichkeit der einzelnen Individuen für Naturschönheiten ganz ebenso verschieden ausfallen wird, wie z. B. in einer anderen Richtung der Eindruck eines Tonstückes. Nicht minder schien mir dieß bei den eigenthümlichen Färbungen, die so oft erwähnt werden, der Fall zu sein; doch würden sie jedenfalls verdienen, daß man sie einmal systematisch untersuchen, und ihnen nicht blos en passant

flüchtig ein oder den andern Blick zuwenden würde. Nur die Notizen über den Grad der Dunkelheit habe ich aufgenommen, weil bei der Beurtheilung dieser die subjective Auffassung eine geringere Rolle spielt, und weil sie mir auch in einer innigeren Wechselbeziehung mit den Lichterscheinungen am Mondrande zu stehen scheint. Übrigens habe ich, um meine Arbeit auch für jene brauchbar zu machen, welche Untersuchungen über eine oder die andere der nicht excerpirten Beobachtungen anzustellen beabsichtigen, jeder einzelnen Abhandlung ein Inhaltsverzeichniß alles dessen vorausgeschickt, was sie außer dem aus ihr ausgezogenen enthält.

An vielen Stellen lag die Versuchung nahe, etwas ausführlicher über die Consequenzen zu sprechen, welche sich aus den mitgetheilten Daten, in Betreff der Constitution der Sonne ziehen lassen: allein ich habe mich davon enthalten, theils weil es mir noch nicht an der Zeit schien, theils weil es mich zu weit geführt hätte. Hingegen glaubte ich die Folgerungen aufnehmen zu sollen, welcher jede einzelne Beobachter aus seinen Wahrnehmungen zieht und in der Regel unter dem unmittelbaren Eindrucke der Erscheinung niederschrieb. Sie sind allerdings zum großen Theile jetzt schon veraltet, charakterisiren jedoch vielfach den Stand der Fragen, um deren Entscheidung es zu jener Zeit sich handelte, und werden daher für historische Studien manches Interesse darbieten.

Endlich habe ich noch mehrere Phänomene, die mit totalen Sonnenfinsternissen in inniger Beziehung stehen, wie die fliegenden Schattenstreifen, Baily's beads, Farbe des Mondes etc. ihres allgemeineren Interesses wegen in den Kreis der Untersuchungen gezogen, obwohl sie eigentlich mit der Physik der Sonne in keinem näheren Zusammenhange stehen.

Die Berichte habe ich nach der Länge des Beobachtungsortes und zwar in der Richtung von West nach Ost geordnet, also in jener, nach welcher der Schattenkegel die Erde überflog, und in der Sprache, in welcher sie geschrieben sind, wiedergegeben. Nur den Bericht von Oudemans über seine und seiner Mitbeobachter Wahrnehmungen in Mantawaloe kéké, so wie über die Beobachtungen in Gorontalo und Amboina habe ich ins Deutsche übertragen, da das Lesen des holländischen Idioms, insbesondere den romanischen Völkerschaften mancherlei Schwierigkeiten bereitet haben dürfte. Abbildungen von Protuberanzen und Corona habe ich keine aufgenommen.

Von den ersteren wissen wir nun, daß sie sehr variable Gebilde sind, und es können jetzt, wo man sie täglich mit aller Muße beobachten kann, in höchster Eile entworfene Zeichnungen kaum mehr viel Interesse darbieten. Ich habe es daher für zweckmäßiger gehalten, nur die in Aden ausgeführte Photographie und von den in Guntoor erhaltenen, die zweite und sechste, die das meiste Detail zeigen, aufzunehmen, weil sie jedenfalls aufs Beste ein allgemeines Bild der verschiedenen Protuberanzengruppen gewähren. Was die Corona betrifft, wären gelungene Abbildungen derselben sicher sehr erwünscht: allein hier weichen die Zeichnungen, die manchmal nicht einmal mit der Beschreibung übereinstimmen so sehr von einander ab, daß sie gar keine Schlüsse gestatten und lassen überdieß öfter sogar auf den ersten Blick erkennen, daß sie mehr ein Phantasiegemälde, als eine Zeichnung nach der Natur sind.

Die Witterung war den Beobachtungen im Allgemeinen günstig: im westlichen Theile des Schattenlaufes (Arabien und Vorderindien) war der Himmel wohl größtentheils bedeckt, allein nur eine einzige Expedition, die von Chambers nach Mongoli, ist als vollständig verunglückt zu bezeichnen, indem man an allen andern Orten während der Totalität das Doppelgestirn mindestens auf einige Augenblicke sah. Im Osten war es durchaus heiter.

Zusammenstellung der auf die Physik der Sonne bezüglichen Originalbeobachtungen.

I.

Beobachtungen auf Marshag Hill bei Aden.

$\lambda = 3^h\ 0^m\ 12^s$ O. v. Greenw. $\varphi = +\ 12°\ 45'8$ Seehöhe 167 par. Fuss.

Beginn der Totalität: Aug. 17 $18^h\ 29^m\ 30^s0$ mittl. Ad. Zeit.
Ende „ „ Aug. 17 18 32 24·6 „ „ „

A. Österreichische Expedition.

Berichte der zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniß des Jahres 1868 nach Aden unternommenen österreichischen Expedition.
Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissensch. LVIII. Bd. II. Abth. p. 677—724.

1. Dr. Ed. Weiss. (I. Bericht. Fernrohr 6' Öffnung, 84" Brennweite.)
[Historisches, Notiz über die in Aden ausgeführten Arbeiten, Beobachtungsprogramm.]

. . . . Um $18^h\ 27^m$ schob ich nochmals die stärkere (112fache) Vergrößerung vor und durchmusterte nach dem Herausstellen der Sonnensichel ohne Blendglas den schon ziemlich weit über die Sonnenhörner hinaus verfolgbaren Mondrand, ohne jedoch bei einer allerdings sehr flüchtigen Rundschau irgend etwas bemerkenswerthes wahrzunehmen. Ich vertauschte daher dieses Ocular wieder mit dem schwachen, 34mal vergrößernden, vor welches ich mein schwächstes silberbelegtes Blendglas vorschob, das die rasch sich zusammenziehende Sonnensichel, ohne ihre Farbe merklich zu ändern eben hinreichend abdämpfte, um sie ohne Anstrengung des Auges betrachten zu können. Mit diesem Oculare erblickte ich bereits um $18^h\ 28^m\ 53^s$, also noch 37" vor dem Eintritte der Totalität, den gesammten Mond, umgeben von einem matten weißlichen Schimmer, der beiläufig gegenüber der Stelle, wo die Sonnensichel sich befand, am ausgedehntesten und intensivsten zu sein schien. Die Sonnenhörner selbst liefen nicht in feine Spitzen aus, sondern waren sehr stumpf begrenzt, so daß die Sichel in den letzten Secunden beinahe die Gestalt eines durchaus gleich breiten Kreissegmentes annahm, das sich regelmäßig verkürzte. Das stumpfe Auslaufen der Hörner erkläre ich mir durch ein Zusammenwirken der Irradiation mit dem Zustande der Atmosphäre, der ein Wallen der Ränder zur Folge hatte.

Wenige Momente ehe das Sonnensegment vollständig verschwand, zeigte sich um dasselbe plötzlich ein prächtiger rother Saum von etwa 20° Länge, in dessen Mitte sich eine complicirte Protuberanz erhob. Ich schob nun das schwache Blendglas rasch vom Oculare weg; in dem kurzen dazu nöthigen Augenblicke war der letzte Sonnenstrahl verlöscht, und es hatte sich inzwischen der glänzend carminrothe Saum nach beiden Seiten hin noch beträchtlich verlängert. Der Saum war nach Außen zu nicht geradlinig begrenzt, sondern fein ausgezackt; lief beiderseits in stumpfe Ecken, nicht in feine Spitzen aus, hatte fast durchgehends eine Breite von $^1/_4$ bis $^1/_5$ Mikrometertheilen oder 0'2, eine bedeutende Intensität und sehr nahe denselben Farbenton, aber ein gesättigteres Colorit wie Nr. *a* der Farbenscala, die de la Rue bei der Finsterniß des Jahres 1860 in Spanien benützte. Nach 3 bis 4 Secunden verschwand er mir ebenso momentan als er aufgetreten war.

Die innerhalb des Saumes befindliche Protuberanz schien mir kein einfaches Gebilde, sondern vielmehr eine Protuberanzengruppe zu sein. Sie war an allen Stellen vollkommen scharf begrenzt und hatte im Allgemeinen dieselbe Färbung wie der rothe Saum, jedoch im Inneren einzelne Parthien von dunklerer Schattirung. Ihr höchster Gipfel zugleich der östlichste Theil der Gruppe war nach oben hornartig umgebogen und zeigte in seinem Inneren nahe am Mondrande einen kleinen hellgelben Fleck. Kurz nach dem Eintritte der Totalität hatte dieser Gipfel einen Positionswinkel von 137° (vom Nordpunkte der Sonne über Osten gezählt) und war eine Kleinigkeit niedriger als ein Mikrometertheil, maß also etwa 1'0, während die Basis des ganzen Gebildes mindestens den doppelten Raum einnahm. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich hinzufüge, daß in der Nähe dieser Protuberanzengruppe noch mehrere Partien von sehr blaß gefärbter Protuberanzenmasse, wenn ich so sagen darf, vorkamen, und daß von der zweithöchsten oben stumpfen Kuppe eine Art Lichtbogen, ähnlich dem im Jahre 1851 mehrfach bemerkten ausging; allein ich wendete den zuletzt genannten Phänomenen für den Augenblick bloß eine so flüchtige Aufmerksamkeit zu, daß ich ihre Realität nicht mit voller Bestimmtheit behaupten möchte. Denn von der Überzeugung durchdrungen, daß kaum eine Viertelstunde Zeit, geschweige denn die knappen drei Minuten der Totalität hinreichen würden, alle Details in dieser Gruppe auch nur annähernd

sich einzuprägen, nahm ich mir vor, später nochmals zu derselben zurückzukehren, vorerst aber den übrigen Theil des Mondumfanges genau zu durchmustern, um zu sehen, ob an demselben nicht noch einige andere bemerkenswerthe Protuberanzen aufgetreten seien.

Bei dieser Durchmusterung sprang mir allsogleich eine zweite sehr lange, schmale, am besten einem schwachgekrümmten Finger vergleichbare Protuberanz in die Augen, welche an Farbe der ersten glich, aber an Intensität des Lichtes ihr noch etwas überlegen war. Sie war ebenfalls vollkommen scharf begrenzt, hatte jedoch keine geradlinigen, sondern ausgezahnte Contouren mit einer Art von Bug oder Knie in der Mitte, und war an diesem Buge und an ihrer Spitze am sattesten gefärbt und gleichzeitig auch am hellsten. An ihrer Basis, welche keine merkliche Verbreiterung zeigte, stand sie nahe senkrecht auf dem Mondrande auf, neigte sich jedoch vom Knie an ziemlich beträchtlich nach Osten hinüber. . . . Als ich sie zuerst wahrnahm, war sie etwas mehr als doppelt so hoch wie die erste Protuberanz, und nahm während der Finsterniß an Höhe nur sehr langsam ab. Dieselbe erschien mir als ein so auffälliges Object, daß ich sofort beschloß, sie zum Gegenstande eines eingehenderen Studiums zu machen, weil ich fest überzeugt war, sie könne der Aufmerksamkeit der Beobachter auf den östlichen Stationen unmöglich entgehen, falls sie auf denselben nur überhaupt noch sichtbar wäre.

Den Positionswinkel dieser Protuberanz habe ich dreimal gemessen und gar keine Änderung an demselben wahrnehmen können, Ich erhielt nämlich:

um	18^h	30^m	2^s	mittl. Adener Zeit		Positionswinkel	77°
„	18	31	18	„	„	„	77
„	18	32	43	„	„	„	77.

Nach der ersten Messung betrachtete ich die Protuberanz mit Dämpfgläsern von verschiedener Farbe, weil ich unter diesen eines zu finden erwartete, in welchem sie durch Contrastwirkung noch greller vom Hintergrunde abstechen werde. Dies wollte ich dann am Ende der Totalität dem Oculare vorstecken und hoffte dadurch die Protuberanz länger verfolgen zu können. Das rothe und lichtgelbe Dämpfglas schienen einen sehr geringen Einfluß auf sie auszuüben und hauptsächlich ihre Helligkeit zu verringern; durch das Grüne gesehen, nahm sie eine hellgelbe, durch das Blaue eine violette Farbe an, hob sich jedoch in beiden weniger vom Hintergrunde ab.

als ohne dieselben; durch das violette betrachtet trat sie hingegen überraschend heller hervor.

Als ich den Positionswinkel zum zweiten Male maß, also um $18^h\ 31^m\ 18^s$, betrug die Höhe der Protuberanz genau zwei Mikrometertheile, also 2'0. Bei der dritten Einstellung, bei welcher ich das violette Dämpfglas schon vor das Ocular gegeben hatte, war sie noch recht gut sichtbar, obwohl bereits 18 Secunden seit dem Ende der Totalität verflossen waren, und leichte Wolken über dieselben hinzogen. Den leichten Wolken folgten rasch immer dichtere und diese verdeckten 18 bis 20 Secunden später die Protuberanz vollständig; nach weiteren 20 Secunden, also beiläufig eine Minute nach dem Ende der Totalität, sah ich sie jedoch noch einmal auf einige Augenblicke durch die Wolken matt hindurchleuchten.

Um $18^h\ 31^m\ 58^s$ fiel mir eine dritte, kleinere Protuberanz im Positionswinkel von 314° auf. Sie hatte die gewöhnliche Bergform, nämlich eine kegelförmige Gestalt und saß mit ihrer breiten Basis am Mondrande auf; ihre Höhe betrug höchstens $^3/_4$ Mikrometertheile oder 0'7; ihre Farbe schien mir intensiver roth als die der beiden anderen.

Als ich den Positionswinkel der letztgenannten Protuberanz maß, bemerkte ich, daß westlich von ihr am Mondrande die Lichtintensität beträchtlich zuzunehmen beginne. Ich hielt jedoch das Ende der Totalität noch nicht für unmittelbar bevorstehend und blickte daher nochmals auf jene Stelle hin, wo die zuerst beschriebene Protuberanzengruppe aufgetreten war. Dieselbe war inzwischen vollständig verschwunden, und ich konnte dort nichts Auffälliges mehr bemerken. Ich wendete daher meinen Blick wieder nach jener Gegend, wo ich das Hervorbrechen der Sonne erwartete: und in der That glühte dort der Mondrand schon wieder in einer Länge von 30° zwischen den Positionswinkeln 242°—272° im schönsten rosenrothen Lichte. In den folgenden Augenblicken dehnte sich das leuchtende Band beiderseits noch weiter aus, und es erschien an seiner Außenseite auf einmal längs der ganzen Ausdehnung desselben ein tiefblauer Schimmer, der unmittelbar am rothen Saume am intensivsten war, und nach Außen hin rasch an Helligkeit abnahm, so daß er sich in kurzer Entfernung im Hintergrunde verlor. Einige Secunden später brach der bekannte helle Lichtfaden hervor; ihm folgte der erste Sonnenblick auf dem Fuße und machte allen Erscheinungen an

diesem Theile der Sonnenscheibe mit einem Schlage ein Ende. Über die weitere Fortentwickelung der Sonnensichel kann ich nichts Näheres angeben, da ich jetzt das violette Dämpfglas vorsteckte und meine Aufmerksamkeit gleich wieder auf die gegenüber liegende fingerförmige Protuberanz richtete. Ich glaube, beim Schlusse der Mittheilung meiner Protuberanzenbeobachtungen noch hinzufügen zu sollen, daß außer den hier beschriebenen in Aden gewiß keine weitere auch nur mäßig auffällige sichtbar war, und daß dieselben auf mich gar nicht den Eindruck von flammen- oder rauchartigen Gebilden machten, sondern vermöge ihrer scharfen Contouren viel eher das Gepräge des Starren an sich trugen. Dieselben schienen mir übrigens eine so große Helligkeit zu besitzen, daß ich glaube, ich hätte beim Hinausstellen der Sonnensichel aus dem Gesichtsfelde des Fernrohres die fingerförmige Protuberanz ohne Dazwischentreten von Wolken noch lange verfolgen können.

Ich habe bisher noch gar nicht von der Corona gesprochen, obwohl dem Beobachtungsplane gemäß mir eigentlich die Verpflichtung einer genauen Erforschung derselben oblag, und ich auch zu diesem Zwecke mein Fernrohr mit Ocularen von sehr bedeutenden Gesichtsfeldern hatte versehen lassen. Allein gerade diese Oculare zeigten mir auf den ersten Blick, daß der Zustand des Himmels für Beobachtungen der Structurverhältnisse und insbesondere der merkwürdigen Strahlenbüschel in der Corona, die ich zum Gegenstande meines speciellen Studiums mir ausgewählt hatte, ungeeignet sei. Ich sah nämlich zugleich mit dem Doppelgestirne noch die in seiner Nähe lagernden Wolken im Fernrohre, die besonders im Nordosten sehr nahe an dasselbe herantraten, und es in der That auch kurz nach dem Ende der Totalität von dort aus verdeckten. Bei dieser Sachlage entschloß ich mich, der Corona nur nebenher, und zwar in jenen Momenten eine größere Aufmerksamkeit zuzuwenden, in denen die Umgebung möglichst frei von Wolken wäre, und mein Hauptaugenmerk den Protuberanzen zuzukehren. Unter diesen Umständen sind begreiflicher Weise meine Notirungen über die Structur der Corona leider sehr mangelhaft.

Für die Untersuchung der Corona war die zweite Minute der Totalität am geeignetsten. In derselben bildete sie, durch das Fernrohr gesehen, der Hauptsache nach einen matten Ring von silberweißer Farbe um den Mond, der vom Mondrande weg gleichmäßig

an Intensität abnahm und sich in einer Entfernung von 6′ bis 8′ allmählich im Hintergrunde verlor. Sehr nahe bei jener Stelle, wo der letzte Sonnenstrahl verschwunden war, ragten zwei helle, durch einen etwas dunkleren Zwischenraum getrennte Strahlenbüschel aus ihr hervor, die sich an ihrer Wurzel mäßig krümmten, und die concaven Seiten der Krümmung einander zuwendeten, so daß das Ganze einem mit seinem Scheitel am Mondrande aufsitzenden parabolischen Bogen nicht unähnlich sah. Die beiden Strahlenbüschel reichten bei centrirter Mondscheibe über das Gesichtsfeld des Oculares hinaus, waren also länger als 20′. Gegen das Ende der zweiten Minute der Totalität bemerkte ich im südwestlichen Quadranten noch ein zweites Strahlenbüschel, das mir früher nicht aufgefallen war. Es hatte an seiner Basis etwa 40° Breite, war an beiden Seiten durch gerade, scheinbar senkrecht auf dem Mondrande stehende Linien begrenzt, und stand etwas südlich von jener Stelle, an welcher die Totalität ihr Ende fand, mochte also in seiner Mitte einen Positionswinkel von etwa 230° besitzen. An Länge kam dieses Strahlenbüschel dem früher erwähnten nicht gleich, sondern verlor sich schon in einer Entfernung von 12′ bis 15′ im Hintergrunde. Ob im nordöstlichen und nordwestlichen Quadranten ähnliche Bildungen in der Corona vorkamen, kann ich nicht angeben, da die Wolken hier dem Mondrande stets zu nahe standen. .....

Ich will nun, ehe ich einige weitere Bemerkungen an die vorstehenden Beobachtungen knüpfe, vorerst meine Protuberanzenmessungen vom Monde auf die Sonne übertragen. Um dies bequem ausführen zu können, interpolirte ich mir für drei um je 5^m von einander abstehende Zeiten, welche die Zeit der Totalität für Aden einschlossen, die geocentrischen Sonnen und Mondorte aus dem Nautical Almanac (wobei ich als Lage unseres Beobachtungsortes $\lambda = 45° 5'0$ östl. von Greenw. und $\varphi = +12°46'0$ ansetzte) und brachte an dieselben die Parallaxe an. Dadurch fand ich:

$$AR(\mathbb{C}-\odot) = -25'1 + 33'84t - 0'06t^2$$
$$\text{Decl.}(\mathbb{C}-\odot) = +32{\cdot}2 - 5{\cdot}12t + 0{\cdot}01t^2$$
$$\mathbb{C}\ \text{Halbmesser}\ R = 1007'4 + 0'08t$$
$$\odot\ \ \text{„}\ \ r = 950{\cdot}6$$

wobei t von $18^h\,30^m$ mittl. Adener Zeit zu zählen, und in Zeitminuten auszudrücken ist. Nennt man dann für die Zeit einer Protuberanzenmessung P den Positionswinkel des Mondmittelpunktes in Bezug auf

den Sonnenmittelpunkt, Δ die Entfernung der Mittelpunkte beider Gestirne, ξ die Reduction des auf den Mond bezogenen Positionswinkels p der Protuberanz auf die Sonne; endlich x die Reduction ihrer Höhe vom Mondrande auf den Sonnenrand, so hat man, wie leicht zu sehen:

$$\Delta \sin P = \cos\delta\, AR(\mathbb{C}-\odot)$$
$$\Delta \cos P = \text{Decl.}(\mathbb{C}-\odot)$$
$$\operatorname{tg}\xi = \frac{\Delta \sin(P-p)}{R+\Delta\cos(P-p)}$$
$$x = \frac{R\sin(P-p)}{\sin(P-p-\xi)} - r.$$

Die Ausführung der Rechnung nach diesen Formeln liefert nun:

Mittl. Adener Zeit 1868 August 17	Prot.	Gemess. Posw.	Gemess. Höhe	Red. a. Sonne Posw.	Red. a. Sonne Höhe	Bez. a. Sonne Posw.	Bez. a. Sonne Höhe
18h 29m 35s (:)	I	137°	1'0	+0°2	+0'1	137°2	1'1
30 2	II	77	—	−2·1	—	74·9	—
31 18	II	77	2·0	−1·2	+1·3	75·8	3·3
32 43	II	77	—	−0·2	—	76·8	—
31 58	III	314	0·7	+2·5	+0·7	316·5	1·4

Bei der ersten Messung fehlt eine scharfe Zeitangabe; ich weiß nur, daß sie unmittelbar nach dem Beginne der Totalität angestellt ist, und, da ich unter diesen Umständen die Zeit nicht auf eine einzelne Secunde verbürgen kann, habe ich dieselbe als unsicher (:) bezeichnet.....

Die am Ende der Totalität von mir bemerkte Einfassung des rothen Saumes durch blaues Licht war ich anfänglich geneigt für eine rein subjective Erscheinung zu halten. Dagegen spricht jedoch, daß etwas Ähnliches schon mehrfach bei früheren Finsternissen und auch bei dieser noch von einem englischen Officier, dessen Bericht ich im Folgenden mittheile, gesehen wurde. Ich halte nun dies Phänomen für ein optisches, nicht mit der Constitution der Sonne im Zusammenhange stehendes, obwohl ich augenblicklich keine plausible Erklärungsweise dafür geltend machen kann, und empfehle diesen Punkt der Aufmerksamkeit von Beobachtern künftiger Finsternisse.

Die Zunahme des Positionswinkels der fingerförmigen Protuberanz in Bezug auf die Sonne darf nicht befremden, da dieselbe, wie oben mitgetheilt wurde, nicht in der Richtung des Radius sich erhob, sondern beträchtlich nach Osten neigte. Ihre Höhe hingegen schien

mir viel langsamer abzunehmen, als die Fortbewegung des Mondrandes erfordert. Leider hinderte mich die am Ende der Totalität eintretende Bewölkung durch eine zweite Höhenmessung zu constatiren, ob dieser Eindruck auf einer Täuschung beruhte, oder nicht.....

2. Dr. **Th. Oppolzer.** (II. Bericht. Fernrohr 4' Öffnung, 50' Brennweite.)

(Notiz über die in Aden ausgeführten Arbeiten, Beobachtung der Contactmomente und Fleckenbedeckungen.)

.... Die Erscheinungen vor Eintritt der Totalität konnten von mir nur sehr unvollkommen beobachtet werden, da ich, um das Auge für die Zeit der Totalität möglichst zu schonen, absichtlich ein kräftiges Blendglas bis zum Eintritte der Totalität benützte. Diese Vorsicht ist, wenn man nur Protuberanzen beobachten will, nicht anzurathen, da diese Objecte nicht schwer sichtbar sind, also von einem etwas geblendeten Auge unschwer wahrgenommen werden können. Es entging mir durch die Anwendung des Blendglases die Beobachtung des rothen Saumes, welcher während des Eintrittes der Totalität nach den Beobachtungen von Weiß in der Nähe der Contactstelle sichtbar war, und ich konnte das verwandte Phänomen nur beim Ende der Finsterniß beobachten. Den Mondrand sah ich ebenfalls in Folge der Anwendung des Blendglases nur zwanzig Secunden vor Eintritt der Totalität sich etwas außerhalb der Mondscheibe fortsetzen. Als die Finsterniß dem Beginne der Totalität sehr nahe war, wendete ich meine ausschließliche Aufmerksamkeit den Hörnerspitzen zu; dieselben waren stets ziemlich scharf; nur ab und zu zeigte sich eine geringe Abstumpfung, wenn ein Mondberg gerade an die Stelle der Spitze trat, ganz scharf jedoch war die Spitze nie, sondern setzte etwas abgestumpft ab; dieses plötzliche Abbrechen war besonders wenige Secunden vor dem Eintritte der Totalität sehr bemerkbar und dürfte wahrscheinlich eine Folge der hervortretenden Irradiation sein; daß die Spitzen der Hörner dunkler sind, als die übrigen Theile der Sonnensichel fand ich nicht bestätiget, wenigstens war die Differenz der Helligkeiten so gering, daß ich mit Sicherheit einen Unterschied nicht constatiren konnte. 2—3 Secunden vor der Totalität sog sich die Sonnensichel in eine schmale Linie aus, die kaum in der Mitte etwas breiter war und wie schon erwähnt, war

besonders jetzt das plötzliche Abbrechen der Spitzen sehr merklich: durch diesen Umstand ging die Sichelgestalt der Sonne verloren. 1·5 Secunden vor Eintritt der Totalität zerbrach diese Linie in circa fünf Theile, je nach den Unebenheiten, die das Mondprofil zeigte, und gab so zur Bildung der sogenannten Perlen, die Baily zuerst beschrieb, Veranlassung. Ich glaube bestimmt versichern zu können, daß in diesem Falle die Entstehung dieses Phänomens nur den Unebenheiten des Mondrandes zuzuschreiben sei, und es wäre in Zukunft diesem wie es scheint ganz unwichtigen Phänomene keine besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Die so gebildeten Perlen trennten sich, indem sie kleiner wurden, rasch von einander, die Abtrennung geschah ebenfalls nicht völlig gleichmäßig, wie dies in der Natur der Sache liegt, bedingt durch das verschiedene An- und Absteigen der Mondcontour; endlich verschwand auch die letzte Perle und ich notirte dies als Anfang der Totalität. Alle diese bislang erwähnten, und die folgenden Beobachtungen waren wesentlich durch zwei Umstände erschwert; nämlich vorerst durch die große Unruhe, die in den Bildern sich zeigte (erst gegen Ende der partiellen Finsterniß wurde das Bild des Mondrandes völlig ruhig) ferner störten fortwährend vorbeieilende Wolken, und besonders die Beobachtungen der Totalität waren dadurch wesentlich beeinflußt, und die ohnehin kurz zugemessene Beobachtungszeit bedeutend geschmälert.

Nachdem ich die Zeit des Beginnens der Totalität notirt, und einen Blick auf die Umgebung gesendet hatte..... sah ich sofort nahe an der Stelle, wo der letzte Sonnenstrahl verschwunden war, eine herrliche rosenroth gefärbte Protuberanz (I), und ich beeilte mich mit der Messung derselben, so daß schon vier Secunden nach Eintritt der Totalität dieselbe gelang. Die Positionswinkel und die Messungen der Höhe beziehen sich auf den höchsten östlichen Theil der Protuberanz. Diese Protuberanz war gegen Osten am höchsten, und brach hier mehr senkrecht ab; nach Süden hin verlor sie sich langsam an Höhe abnehmend endlich in einen schmalen Saum, der plötzlich abbrach. Die Contouren dieser Protuberanz, besonders das kolbige östliche Ende waren sehr complicirt, so daß an eine genaue Auffassung des Details in der kurzen Zeit nicht gedacht werden konnte; doch hob sich dieselbe überall scharf gegen den mattleuchtenden, grünlich-blauen Hintergrund ab, und bot ein prächtiges

Bild. Die Structur zeigte nicht den Charakter, den ich nach bisherigen Beschreibungen erwartete, sie zeigte sich keineswegs faserig oder flammig, sondern hellere und dunklere Partien verschiedener Größe wechselten mit einander ab, das Aussehen war scheckig oder grobfleckig. Die Farbe der helleren Partien war hell karminroth, während die dunkleren Stellen gesättigt karminroth mit einem Stich ins Bläuliche hervortraten. Die der Sonne abgekehrten Enden der Protuberanz waren im Allgemeinen gesättigter gefärbt als die Basis, die allseitig bis an den Mondrand hinabragte; es war auffallend, daß in Momenten, wo Wolken vorbeizogen, die Theile, die dem Mondrande näher waren, fast verschwanden, und die dunkleren Spitzen den Eindruck einer frei schwebenden Wolke machten.

Nachdem die Messung dieser Protuberanz erhalten war, verfolgte ich in der Richtung der Zählung der Positionswinkel den Mondrand weiter; im südwestlichen Quadranten, wo das Hervorbrechen der Sonne zu erwarten war, konnte ich nichts wahrnehmen. 25 Secunden nach der Totalität bemerkte ich bei der weiteren Durchmessung im nordwestlichen Quadranten einen rothen Schein fast in der Mitte zwischen dem West- und Nordpunkte, den ich dem Hervorbrechen einer Protuberanz zuschrieb; da ich aber trotz eines schärferen Hinsehens durch etliche Secunden nichts mit Sicherheit wahrnehmen konnte, mochte ich hieran nicht länger meine Zeit verlieren, und schraubte das Fernrohr zur ferneren Verfolgung des Mondrandes weiter. Leider gestatteten mir die später vorbeiziehenden Wolken nicht mehr zu diesem Orte, wo nach den Beobachtungen von Dr. Weiß eine Protuberanz stand, zurückzukehren.

Nachdem ich nun fast wieder an den Ausgangspunkt der Messung zurückgekehrt war (die Durchmusterung nahm etwa eine Minute in Anspruch, was bei hinlänglich großem Sehfelde fast in einer Secunde hätte ausgeführt sein können), bemerkte ich eine auffällige, sehr große, fingerförmige Protuberanz (II) im nordöstlichen Quadranten. Dieselbe war viel gesättigter gefärbt als Nr. I und zeigte eine fast gleichmässige Färbung, nur der mittlere Theil und das rundliche Ende schienen etwas gesättigter gefärbt, und etwas stärker leuchtend. Die Protuberanz war nahezu ihrer ganzen Länge nach fast gleichmäßig schmal, nur in der Mitte zeigte sich nach Norden hin eine kleine, knorrige Hervorragung, die der Stelle der intensiveren Färbung entsprach. Auffallend war es, daß diese Protuberanz

nicht senkrecht auf dem Mondrande zu stehen schien, sondern beiläufig unter einem Winkel von 65° (Schätzung) gegen Osten hin geneigt war. Nachdem ich diese Protuberanz gemessen hatte, wendete ich mich sofort der ersten Protuberanz zu, und erhielt von dieser durch leichte Wolken hindurch die zweite Messung; ich kehrte dann zu Protuberanz II wieder zurück, mußte aber mehrere Secunden vergeblich warten, ehe mir dieselbe durch Wolken hinlänglich klar hervortrat. Es waren also zwei Messungen erlangt für jede Protuberanz, und demnach ein hinlängliches, wenn auch nothdürftiges Material gewonnen. Ich kehrte jetzt wieder zur ersten Protuberanz zurück, stellte nochmals die zweite ein, doch traten die Wolken zu dicht auf, um eine halbwegs genügende Messung zu erhalten. Bei plötzlichen Aufheiterungen schien mir die Protuberanz I verschwunden zu sein: an ihrer Stelle war jedoch ein röthlicher Schein wahrzunehmen, ähnlich dem Scheine, den ich früher im nordwestlichen Quadranten wahrnahm, und der das Hervorbrechen einer Protuberanz verrieth.....

Die im südwestlichen Quadranten zunehmende Helligkeit der Corona mahnte mich, daß die Finsterniß rasch ihrem Ende entgegeneilte, und eine Wolkenlücke gestattete in der That den Schluß trefflich zu beobachten. Doch ehe ich diese Beobachtungen mittheile, will ich die Resultate der Messungen anführen:

	mittl. Zt. Aden	Positionsw.	Höhe	Breite
Prot. I	18h 29m 34s	137°5	0' 50"	3'1 (Basis)
„ I	18 31 11	137·5	0 12	.
„ II	18 30 31	75·5	2 4	0·3
„ II	18 31 48	78·5	1 52	0·3

.....Mir war die langsame Abnahme der Protuberanz II auf den ersten Blick aufgefallen und besonders trat dies in den später zu erwähnenden Beobachtungen sehr merkbar hervor.

Indem ich nun meine Aufmerksamkeit dem südwestlichen Quadranten zuwandte, wo die Sonne hervortreten sollte, bemerkte ich acht Secunden vor dem Ende der Totalität einen dunkeln karminrothen Saum im Positionswinkel 250° hervortreten, der rasch nach beiden Seiten hin längs des Mondrandes sich ausbreitete, und keineswegs in eine feine Linie sich auszog, sondern ziemlich plötzlich scharf absetzte; er erstreckte sich schliesslich längs des Mondrandes in

einer Ausdehnug von mehr als 45° hin. Zwei Sekunden vor dem Ende der Totalität hob sich der rothe Rand, der in der Mitte etwas dicker war, und wohl hier 0'2 Breite erreichte, nahe diesem Punkte plötzlich vom Mondrande in weiter Ausdehnung ab, und schien durch eine sehr helle, schwach bläulich gefärbte Linie vom Monde fast der ganzen Ausdehnung nach getrennt, während die Endtheile des rothen Saumes den Mondrand noch berührten, so daß es den Anschein hatte, als ob der rothe Saum einen geringeren Krümmungshalbmesser hätte, als der Mondrand. Das Licht dieser nahezu weiß leuchtenden Trennungslinie war so intensiv, daß ich fast glaubte, das Ende der Finsterniß notiren zu müssen; doch plötzlich trat die Sonnenscheibe hervor, und ich konnte mit großer Präcision das Ende der Finsterniß auffassen. Mit dem Hervorbrechen des ersten Sonnenstrahles verschwand der rothe Saum völlig.

Beim Hervorbrechen der Sonnenscheibe zeigte sich die Sonne sofort als eine schmale Linie ohne in Perlen zerfällt zu sein. Ich wendete das Instrument nun den Protuberanzen zu und konnte von Nr. I nichts mehr wahrnehmen, während Nr. II noch sehr schön hervortrat; eine Messung gelang nicht. 37 Secunden nach dem Ende der Totalität verschwand die Protuberanz hinter Wolken. Sie schien wenig an Höhe abgenommen zu haben, und es verschwand zuerst die Basis, so daß die intensiv roth gefärbte Mitte (Ende?) schließlich das Bild einer frei schwebenden Wolke darbot. Ich habe das Wort „Ende“ mit einem Fragezeichen parenthetisch zu dem Worte „Mitte“ gesetzt, da, wie dies aus den Zahlen des folgenden Abschnittes ersichtlich ist, der knorrige mittlere Theil schon eben vom Mondrande verdeckt gewesen sein mußte, mindestens nicht mehr weit von demselben abstand, und bei der geringeren Deutlichkeit mit der die Protuberanz nach der Finsterniß gesehen wurde, vielleicht eine Verwechselung mit dem ebenfalls intensiv roth gefärbten Ende vorgefallen ist; doch habe ich die Beobachtung, wie sie oben mitgetheilt ist, notirt und die Erinnerung bestätigt dieselbe. Auch die Beobachtung des Dr. Weiß stimmt mit dieser Angabe und ich glaubte sie um so weniger unterdrücken zu müssen, da hiermit auch die Messungsresultate stimmen, und wir keine Garantie haben, daß die Protuberanzen völlig unveränderlich sind innerhalb der kurzen Beobachtungszeit. Allerdings sind die Änderungen so groß und schnell, daß sie wenig wahrscheinlich sind.

Unter Annahme der Länge $3^h\,0^m\,16^s$ O. v. Greenw., und Breite $\varphi = +12°\,45'\,46''5$ für Aden..... findet sich nach dem Nautical Almanac, wenn man mit t die von $18^h\,30^m\,57^s3$ an gezählte Zeit in Einheiten von 5 Zeitminuten ausgedrückt bezeichnet und δ das arithmetische Mittel der Sonnen- und Monddeclination ist, für die Unterschiede des Mond- und Sonnenmittelpunktes:

$$d\delta = +27''4 - 25''8t - 0''1t^2$$
$$d\alpha \cos\delta = +6\cdot3 + 164\cdot5t - 0\cdot7t^2$$

Mondhalbmesser $\Delta\mathbb{C} = 16'\,47''6 + 0''4t$
Sonnenhalbmesser $\Delta\odot = 15\;\;50\cdot6.$

.....ferner die relative Bewegung des Mondcentrums gegen den Mittelpunkt der Sonne in der Minute $33''3$, gezählt im größten Kreise, und der Positionswinkel der Richtung dieser Bewegung $98°9$..... Um nun die Schnelligkeit der Bedeckung einer Protuberanz zu ermitteln, unter der Voraussetzung, dass dieselbe der Sonne angehört, hat man einfach den oben angesetzten Werth für die relative Bewegung ($33''3$) mit dem Cosinus der Differenz der Positionswinkel der Richtung dieser Bewegung und der Protuberanz zu multipliciren.

Ich finde so für die Abnahme der Protuberanzen:

	Berech.	Beob.	Rech. — Beob.
I. in $1^m\,37^s$	42^s	38^s	$+4^s$
II. in 1 17	40	12	$+28.$

Während bei der Protuberanz I die Rechnung mit der Beobachtung nahe stimmt, ist dies bei der zweiten Protuberanz nicht der Fall, auch lassen sich die Fehler nicht leicht als Schätzungsfehler erklären; ferner stimmt mit dieser langsamen Abnahme die Beobachtung nach der Totalität. Es ist auffallend, wie so häufig die Messungen wenig mit der Voraussetzung stimmen, daß die Protuberanzen dem Sonnenkörper angehören; doch wurde meistens eine zu rasche Änderung beobachtet, während im vorliegenden Falle das umgekehrte Verhältniß stattfindet.....

Um alles gleichförmig zu haben, wird es zweckmäßig sein, die Messungen auf den Sonnenrand zu beziehen.

Ich finde für die Correctionen der gemessenen Werthe:

					dP	dH
Protub.	I	18ʰ	29ᵐ	34ˢ	+ 0°3	+ 5′
„	I	18	31	11	— 1·6	+ 47
„	II	18	30	31	— 1·8	+ 56
„	II	18	31	48	— 0·9	+ 95.

Die Reduction der Positionswinkel der Protuberanz II bedarf auch einer merkbaren Correction wegen der geneigten Stellung der Protuberanz, der Einfluß auf die Höhe kann übergangen werden; nehme ich an, daß dieselbe gleichmäßig um 65° geneigt sei, so ist diese für

18ʰ	30ᵐ	31ˢ	$dP = -1°5$
18	31	48	$= -2·5$

und es werden nun die Messungen bezogen auf den Sonnenrand

					P	H
Protub.	I	18ʰ	29ᵐ	34ˢ	137°8	0′ 55″
„	I	18	31	11	135·9	0 59
„	II	18	30	31	72·2	3 0
„	II	18	31	48	75·1	3 27

oder wenn man alle Differenzen als Beobachtungsfehler auffaßt, im Mittel:

		mittl. Aden. Zeit			P	H
Protub.	I	18ʰ	30ᵐ	22ˢ	136°9	0′ 57″
„	II	18	31	9	73·7	3 14

Ein Umstand, der mir nicht ganz unwichtig scheint, ist die Beobachtung des röthlichen Scheines an den Stellen, wo die Protuberanz eben hinter dem Mondrande steht. Ich fasse dies als Beugungsphänomen auf, und dasselbe weist wohl darauf hin, daß die ganze Erscheinung der Corona hauptsächlich ein Beugungsphänomen ist, womit anderweitige Thatsachen auch stimmen. Der rothe Saum, der sich wohl am einfachsten optisch erklären ließe, wenn diese Erklärung noch zulässig wäre, unterschied sich in Farbe und Aussehen nicht wesentlich von den Protuberanzen. Die helle Linie, die schließlich diesen Raum vom Mondrande trennte, erschien wohl bläulich nur durch die Contrastwirkung und dürfte rein weiß gewesen sein. . . . .

3. Linienschiffsfähnrich J. Raiha. (III. Bericht).

In dem vom Leiter der österreichischen Expedition Dr. Edmund Weiß zusammengestellten Programme, der während der Sonnenfinsterniß auszuführenden Beobachtungen, war auch die Untersuchung der Vorgänge im Sonnenspectrum beim Eintritte und Verlaufe der Totalität aufgenommen, und diese fiel, den in Wien gemachten Vereinbarungen gemäß, mir zu. Da jedoch die spectralanalytische Untersuchung von Corona und Protuberanzen Spectroskope verschiedener Beschaffenheit erfordert, schien es bei der verhältnißmäßig kurzen Dauer der Totalität in Aden nicht räthlich Spectralbeobachtungen sowohl von Corona als auch Protuberanzen anzustreben, sondern sich dabei auf eines dieser Gebilde zu beschränken. Dazu wurde nach längerer Überlegung die Corona gewählt, wobei schließlich der Umstand den Ausschlag gab, daß die Beobachter in Vorder- und Hinterindien hauptsächlich mit Spectroskopen zur Untersuchung der Protuberanzen ausgerüstet waren.

Nach mehrfachen Versuchen auf der k. k. Sternwarte mit Spectroskopen verschiedener Art, beschlossen wir einen Bunsen'schen Spectralapparat einfachster Construction mit nur einem Flintglasprisma anzuwenden, weil uns bei dem Mangel eines jeden sicheren Anhaltspunktes über die Helligkeit der Corona ein gegen schwache Lichtintensitäten möglichst empfindlicher Apparat wünschenswerth schien. Das Flintglasprisma hatte einen brechenden Winkel von 60°, und das mit einem Ocularmikrometer versehene Fernrohr beiläufig eine 20fache Vergrößerung. Auf die Spalte wurde das Licht durch einen Heliostaten geworfen, der nach den Angaben des leider zu früh verstorbenen Otto von Littrow construirt ist, und sich vorzüglich bewährte. Zwischen den Heliostaten und die Spalte wurde noch eine Sammellinse von fünf Zoll Öffnung eingeschaltet, um das auf die letztere fallende Licht möglichst zu concentriren. Bei dieser Zusammenstellung liefert, wie man leicht einsieht, die Corona während der Totalität die Hauptmenge des Lichtes zur Bildung des Spectrums.

.....Bei der raschen Verkleinerung der Sonnensichel zeigten sich im Spectrum außer der Abnahme seiner Helligkeit keine Änderungen; sobald aber der letzte Lichtstrahl der Sonne verschwand,

verschwanden auch momentan alle Fraunhofer'schen Linien, und es ging das Spectrum mit einem Schlage in ein continuirliches über. Eine eigentliche Umkehrung desselben konnte ich nicht erkennen, da ich trotz aller Anstrengung des Gesichtes nicht eine einzige helle Linie wahrnahm. Als ich die Spalte nach und nach vergrößerte, verzerrte sich das continuirliche Spectrum, und nahm an Deutlichkeit ab, gerade so wie dies bei gewöhnlichem Lichte eintritt, wenn die Spalte zu groß gemacht wird.

Das Verschwinden der dunkeln Linien kann ich nicht dadurch erklären, daß die Lichtquelle vielleicht zu schwach gewesen wäre, denn bei früher angestellten Versuchen sah ich bei einem noch viel schwächeren Spectrum wenigstens noch die wichtigsten Linien, namentlich die Linien *D* und *E*, jetzt aber gar keine. Um mich zu vergewissern, daß alles in Ordnung sei, blickte ich auf die Spalte und sah, daß die obenerwähnte Sammellinse auf die schwarze Fläche derselben ein sehr scharfes Bild der verfinsterten Sonne von beiläufig einer Linie im Durchmesser projicire; man erkannte ganz deutlich den schwarzen Kern, der ringsherum von der Corona umgeben war.

Der Anblick des Spectrums blieb bis gegen das Ende der Totalität der gleiche. Als aber kurze Zeit, ehe der erste Lichtstrahl wieder zum Vorschein kam, über die verdunkelte Sonnenscheibe dünne Wolken dahinzogen, welche den größten Theil der Corona verdeckten, und in Folge dessen die Protuberanzen nebst dem beim Ende der Totalität erscheinenden hellen rothen Saume die hauptsächlichste Lichtquelle bildeten, ging im Spectrum eine merkwürdige Änderung vor. Es verschwanden nämlich in demselben nach und nach vom Grün an alle Strahlen größerer Brechbarkeit und es blieben nur die am rothen Ende übrig. Am hellsten waren Hochroth, Karminroth und Orange sichtbar, Gelb schon viel schwächer und Grün kaum noch bemerkbar. Außerdem verwandelte sich dieser Rest des Spectrums in ein discontinuirliches, indem größere dunkle Streifen darin auftraten, welche mir jedoch nicht mit irgend einer Hauptlinie des Spectrums im Einklange zu stehen schienen. Die einzelnen oben genannten Farben waren jede für sich genommen gleich intensiv, während die Helligkeit derselben von Roth gegen Grün hin abnahm; dasselbe gilt von den sie trennenden dunklen Streifen, welche überdies viel matter vorgefunden wurden, als die des gewöhnlichen

Spectrums. Diese dunklen Streifen hatten ungefähr die Breite der Linie D.

Eine Messung der gegenseitigen Lage der dunklen Streifen mittelst des Ocularmikrometers konnte ich leider nicht vornehmen, da die ganze soeben geschilderte Erscheinung kaum 3—4 Secunden dauerte; dann brach das Sonnenlicht hervor, und das Spectrum ging augenblicklich wieder in das gewöhnliche Sonnenspectrum über.

Aus dem Fehlen der erwähnten Linien im Spectrum der Corona folgt annehmbar, daß sie, wenigstens der Hauptsache nach, kein Beugungsphänomen, sondern eine den Sonnenkörper umgebende Atmosphäre sei, wenn auch unseren bisherigen Spectraluntersuchungen zu Folge das Auftreten eines continuirlichen Spectrums nicht zu erwarten stand und die Deutung desselben mir vorläufig nicht leicht möglich scheint. Nicht minder schwierig dürfte auch die Erklärung des zuletzt beschriebenen discontinuirlichen Spectrums fallen, wenn nicht die dunklen Streifen blos Absorptionslinien im Wasserdampfe unserer Atmosphäre beim Durchgange des Lichtes durch die dünne Wolkendecke waren. Doch mangeln uns in Betreff dieses Punktes meines Wissens noch die nöthigen Beobachtungen.

4. Beobachtungen englischer Officiere. (I. Bericht.)

Während unseres Aufenthaltes auf Marshag Marshag Hill waren wir sehr erfreut, in Herrn Colonel J. Addison einen Officier von tiefem astronomischen Wissen kennen zu lernen, und unterhielten uns mit demselben vielfach über die während der Totalität anzustellenden Beobachtungen. Bei einer solchen Gelegenheit machte ich [1]) ihn auf die wandernden Schattenstreifen aufmerksam, welche sich schon mehrmals kurz vor und nach der Totalität gezeigt, mit dem Ersuchen, dieselben wo möglich durch seine Freunde beobachten zu lassen, weil mir eine nähere Erforschung dieses eigenthümlichen Phänomenes nicht unwichtig schiene. Besonders wäre zu wünschen, daß eine Bestimmung der Distanz und Breite dieser Schattenstreifen gelänge, und dies würde wohl am leichtesten durch Ausspannen von großen weißen Tüchern an einer gegen Osten gelegenen Wand und Anbringen einer leicht sichtbaren Skala an denselben erreicht werden können. Zugleich stellte ich ihm ein gutes, mir gehöriges zwei-

[1]) Ich = Dr. Weiß.

zölliges Fraunhofer'sches Fernrohr mit einem astronomischen Oculare von beiläufig 30facher Vergrößerung zur Disposition. In dem Brennpunkte desselben hatte ich vor meiner Abreise nach Aden eine Glasplatte einsetzen lassen, die durch zwei Reihen gleichweit von, und senkrecht auf einander stehender Linien in kleine Quadrate getheilt ist, deren eine Seite 66"6 beträgt.

Gleich nach der Finsterniss war Colonel Addison so freundlich, mir die interessanten Beobachtungen mitzutheilen, welche er und seine Freunde erhalten hatten, und mir zu gestatten, dieselben zu veröffentlichen. Aus denselben wird man ersehen, daß die Schattenflüge in der That auf die oben angegebene Weise beobachtet wurden, und von meinem Fernrohre der Herr Hafeninspector W. K. Thyne Gebrauch machte. Colonel Addison beobachtete an seinem eigenen $2^1/_2$zölligen, wenn ich nicht irre, von Dollond verfertigten Fernrohre. Der Beobachtungsplatz der englischen Officiere lag beinahe 250 Klafter nordwestlich von dem unsrigen. Colonel Addison schreibt:

At the north and south point of the sun nothing was observed by me, save the Corona, of which a delineation is attempted [1]).

The protuberances in *C* and *D* were first seen: that in *D* continuing throughout totality: that in vertex portion disappeared instantly on first light reappearing.

The corona only seemed to me to have any great extent on either side as shown in the diagram, and I was unable to obtain any thing as to its polarisation.

The protuberance in *D* was bent at its head, which appeared separated a little. They were all red, that in *D* yellow on top, and I did not observe any blue colour in that last seen — but to my eye it vanished almost as soon as I first caught sight of it. It had a brillant white edging.

Mr. W. K. Thyne, Harbour master made the following observations. The protuberance marked in *D* quadrant measured $2^1/_2$ divisions in height on the glass diaphragma, and there was a partial separation near the upper point. The protuberance in quadrant *C*

[1]) Zur Erläuterung sei erwähnt, daß die mir übergebenen Diagramme nach dem Horizonte orientirt waren, und daß der Höhen- und Abweichungskreis einen Winkel von 76° einschlossen. (Wei ß.)

measured one division in height, and more than two in length. The first was more than twice as long visible as the last. The upper protuberance (in vertex portion) lasted about two seconds; first view red; rapid change to blue, edged with white; the lower one on right side (*D*) still in sight.

Captain Blurton and Lieut. Beale of the second Queens regiment observed the effects on sheets, which I had caused to be fastened to the walls of my house, facing sun rise.

There was an appearance just before totality, as of shadows thrown by smoke, passing from left shoulder towards right foot of observers, as their backs were turned towards the sun.

I had provided my friends with a scale, by which if possible to measure the distance between bands of light and shades should any be visible. They noticed, that to take any such measure was impossible, as the motion was too rapid. The shadows progressed with wavelike motion, and with great rapidity, much like the motion of heated air over a furnace.

I obtained this description on the spot shortly after totality ending. A few hours afterwards I received from Lieut. B. Beale the following further particulars of these observations.

About a minute before the total eclipse I observed shadows passing over the sheets from the upper left, to the lower right hand corner. They continued for about thirty seconds. The shadows exactly resembled those, that would be caused by smoke passing between the sun and the sheets, except that they were in straight lines and not in patches or curves. They were of uniform darkness, size and distance; the spaces between each were comparatively light; the shades and lights running imperceptibly into each other.

The glorious spectacle of the eclipse at its totality I imagine caused my friends to forget it was intended the same observations should be made after the totality. For this posterity must forgive them, and observe for themselves!

An diese Beobachtungen erlaube ich mir noch folgende Bemerkungen anzuschliessen:

Aus den Diagrammen der Herren Addison und Thyne erkannte ich sogleich, daß die von ihnen gesehenen Protuberanzen *C* und *D* mit meinen Protuberanzen I und II übereinstimmen, und daß denselben die dritte entging, was ihrer geringen Größe, und

ihres späten Auftauchens wegen nicht befremden kann. Denn was von ihnen als dritte Protuberanz bezeichnet wird, ist nichts anderes als der rothe Saum, welcher am Ende der Totalität am Mondrande auftrat. Die von Herrn Thyne ausgeführten Messungen wurden nach einer mündlichen Mittheilung desselben gleich nach dem Beginne der Totalität angestellt, und geben mit dem oben angeführten Werthe einer Quadratseite auf Bogenmaß reducirt:

I. Protuberanz: Höhe = 1'1 Breite 2'6 circa
II. „ „ = 2·8 „ ?

was, so gut man es bei dem Mangel genauer Zeitangaben beurtheilen kann, mit meinen Messungen nahe übereinstimmt. Dagegen scheinen in einem anderen Stücke beide Herren mit mir und auch mit Dr. Th. Oppolzer im Widerspruche zu stehen. Sie geben nämlich an, daß die Spitze der zweiten, fingerförmigen Protuberanz von der unteren Partie losgelöst war, während Oppolzer und ich nichts ähnliches bemerkten. Dieser scheinbare Widerspruch läßt sich jedoch glücklicher Weise leicht erklären. Die fingerförmige Protuberanz war nämlich nicht durchaus gleich intensiv gefärbt, sondern an der Spitze und am Buge viel satter als in der zwischenliegenden Partie. Diese blasse Stelle hob sich nun in den schwachen Fernrohren der Herren Addison und Thyne von 2½ und 2 Zoll Objectivöffnung nicht mehr deutlich vom Hintergrunde ab, und es schien ihnen in Folge dessen die Spitze von der Basis getrennt, während in meinen und Oppolzer's viel kräftigeren Instrumenten das Verbindungsstück noch deutlich hervortrat. Für die Richtigkeit dieser Erklärung spricht der Umstand, daß auch Oppolzer in seinem vierzölligen Fernrohre beim Vorbeiziehen leichter Wolken zeitweise nur die hellsten Theile der Protuberanzen als frei schwebende Gebilde sichtbar blieben, während ich in meinem noch bedeutend lichtstärkeren sechszölligen Refractor die Contouren derselben nie ganz aus dem Auge verlor, bis nach dem Ende der Totalität dichte Wolken allen Beobachtungen ein Ziel setzen. Statt sich zu widersprechen, geben daher diese Wahrnehmungen vielmehr den Schlüssel zur Erklärung mancher ähnlicher Erscheinungen bei früheren Finsternissen an die Hand. Dazu zähle ich z. B. bei der Finsterniß vom 28. Juli 1851 das freischwebende Wölkchen, welches mehrere Beobachter neben der

hakenförmigen Protuberanz wahrnahmen, während andere das Vorhandensein desselben leugnen.

Aus der Angabe der Richtung, in welcher die Herren Blurton und Beale die Schattenstreifen sich bewegen sahen, verglichen mit der Lage der Sonnensichel in den letzten Momenten vor der Totalität, erkennt man leicht, daß die Bewegung derselben beiläufig in einer durch den Beobachter senkrecht auf die Sehne der Sonnensichel (oder was auf dasselbe hinauskommt, senkrecht auf einer Tangentialebene an den Punkt des Sonnenrandes, an welchem der letzte Lichtstrahl verschwand) gelegten Ebene vor sich gegangen sein müsse. Denn eine durch die Sehne der Sonnensichel und einen der Sonne den Rücken zukehrenden Beobachter gehende Ebene würde von der rechten Schulter nach dem linken Fuße hinstreichen, während die Bewegung von der linken Schulter zum rechten Fuße herabging. Diesen regelmäßig gebildeten Schattenzügen ist zweifelsohne die kurz vor der Totalität über die Landschaft hinwegziehende undulirende Bewegung zuzuschreiben, welche so häufig erwähnt wird. Das erste Mal systematisch beobachtet wurden sie jedoch erst von Herrn Mannheim, bei der unter der Führung von Herrn Laussedat zur Beobachtung der totalen Finsterniß am 18. Juli 1860 nach Batna in Algier gesendeten französischen Expedition, und in dem über die dort ausgeführten Arbeiten erstatteten Commissionsberichte von Faye als Interferenzerscheinungen gedeutet. Auch bei der nächsten totalen Sonnenfinsterniß am 31. December 1861 wurden diese Schattenflüge von Poulain im Fort Gorée bemerkt und nach dem Obigen bei der jetzigen Finsterniß ebenfalls, so daß sie constante Begleiter jeder totalen Sonnenfinsterniß zu sein scheinen. Daß die Bewegung dieser Schatten in einer Ebene vor sich gehe, die durch die Sonne gelegt auf der Sehne der Sichel senkrecht steht, hatte übrigens Fearnley bereits im Jahre 1851 durch Vergleichung der ihm bekannten zuverlässigeren Angaben aufgefunden, und die Erscheinung mit dem Scintilliren der Sterne identificirt. Für diese Erklärung scheint mir besonders der Umstand zu sprechen, daß dies Phänomen bisher in der Regel besonders auffallend bei niederem Sonnenstande auftrat, wie z. B. am 28. Juli 1842 im Süden von Frankreich, am 18. Juli 1860 in Algier und bei der jetzigen Finsterniß am 18. August 1868 in Aden.

Zum Schlusse will ich noch hinzufügen, daß ich gesprächsweise von den englischen Officieren erfuhr, es seien die beiden großen Protuberanzen (I und II) auch mit freiem Auge sichtbar gewesen, und während der Totalität im Ganzen drei Sterne gesehen worden, die ich für Venus, Sirius und Jupiter halte. Ich bemerke jedoch, daß während der Totalität noch immer beiläufig drei Viertheile des Firmamentes wolkenbedeckt waren, und es daher unentschieden bleiben muß, ob bei heiterem Himmel nicht mehr Sterne zum Vorschein gekommen wären.

B). Norddeutsche Expedition.

Bericht von Dr. B. Tiele über die zur Beobachtung der Sonnenfinsterniss vom 18. August 1868 nach Aden entsandte norddeutsche Expedition.

(Historisches, Beobachtungsplan, geographische Constanten des Beobachtungsortes [1]).

.....Die Expedition nach Aden war wesentlich zur Aufnahme von photographischen Bildern der Erscheinung während der Totalität bestimmt, und demgemäß ihre Ausrüstung getroffen. Sie bestand aus den Herren Dr. G. Fritsch, Dr. H. Vogel und Dr. W. Zenker aus Berlin als Photographen, und Dr. B. Tiele aus Bonn als Astronomen.....

Eine besondere Sorgfalt wurde auf die Regulirung des Uhrwerks am Fernrohre verwandt, auf dessen richtige Functionirung alles ankam. Das konisch schwingende Pendel an demselben wurde auf die Länge gebracht, daß das Fernrohr der mittleren Zeit, also der Sonne folgte (da hierfür der Unterschied zwischen wahrer und mittlerer Zeit verschwindend klein ist).....

Der sehr ungünstige Charakter des Wetters ließ uns den Morgen des 18. August mit großer Sorge und Unruhe entgegensehen..... Erst $^1/_4$ Stunde nach Aufgang trat die Sonne für einen

---

[1]) Ein vorläufiger Bericht über die Expedition findet sich B. III, p. 186 ff. der Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft; daraus zu entnehmen, daß das photographische Fernrohr ein für die chemisch wirksamsten Strahlen berechnetes Objectiv von 6 Zoll Öffnung und 7 Fuss Brennweite von C. A. Steinheil Söhne hatte.

kurzen Moment aus den Wolken hervor, um aber gleich wieder zu verschwinden; nur 6 Minuten vor der Totalität gelang es ein erstes photographisches Bild der partiellen Finsterniß zu erhalten. Während der Totalität selbst schien das Doppelgestirn ziemlich frei in einer Wolkenlücke zu stehen, doch rings so nahe von Wolken und Dunst umgeben, daß wir keine Garantie haben, daß nicht die Vollständigkeit der photographischen Aufnahmen wesentlich durch sie beeinträchtigt ist; eine Vermuthung, die fast zur Gewissheit wird, wenn man sieht, daß von dem zweiten Bilde der zweiten Platte (dem vierten Bilde der Totalität) Nichts wahrzunehmen ist, und daß von den Protuberanzen der ersten Bilder sich auf den letzten nichts zeigt, namentlich nichts von der großen, mehrere Minuten aufsteigenden fingerförmigen Ausströmung, welche doch von Weiß selbst noch einige Zeit nach der Totalität gesehen ward.....

Während der Totalität selbst konnte ich den Zeiger des Chronometers ohne künstliche Beleuchtung nur ablesen, wenn ich ihn meinem Auge sehr näherte. Nach der Totalität hatte die Zunahme der Helligkeit, wie es schien, durchaus nicht den gleichförmig stetigen Charakter, wie vorher die Abnahme, sondern weit rascher, fast plötzlich schien das volle Tageslicht wieder da zu sein; ich halte dies allerdings nur für eine Täuschung, doch war der Unterschied für mich höchst frappant.

Um $18^h 29^m 30{\cdot}9$ M. Ortszeit notirte ich das Verschwinden des letzten Sonnenstrahles, und das Aussetzen der photographischen Platten begann. Die Zeiten der Aufnahme in Mittl. Ortszeit waren der Reihe nach folgende:

	Anfang			Ende			
1. Bild	18^h	29^m	$39{\cdot}9$	18^h	29^m	$44{\cdot}9$	I. Platte.
2. „		29	$52{\cdot}9$		30	$2{\cdot}9$	
3. „	18	31	$12{\cdot}9$	18	31	$26{\cdot}9$	II. „
4. „		31	$33{\cdot}9$		31	$43{\cdot}9$	
5. „	18	32	$3{\cdot}9$	18	32	$13{\cdot}9$	III. „
6. „		32	$23{\cdot}9$		32	$29{\cdot}9$	

Zu der zuletzt notirten Zeit gab Zenker durch einen Ausruf kund, daß die Sonne wieder da sei, (von ihm mit bloßem Auge wahrgenommen), und gleichzeitig hatte er den Schieber an der Cassette vorgeschoben, um das directe Sonnenlicht abzuhalten.....

In der Pause zwischen dem zweiten und dritten Bilde hatte ich Zeit einen flüchtigen Blick mit bloßem Auge auf die Erscheinungen zu werfen, und habe mir darüber gleich nach der Totalität folgendes notirt. Der dunkle Mond war rings von einem hellen Scheine umgeben, der sich vom Mondrande aus allmälig abschwächte, und während er in unmittelbarer Nähe des Gestirnes mehr den Eindruck einer continuirlichen Lichtmasse machte, nach Außen zu ein strahliges Aussehen annahm. Die Breite und Helligkeit war verschieden $1'1/2$—$3'$, im Mittel $2'$. Die hellste Stelle zeigte sich gerade nach dem Zenith, und hier war auch die Breite des scheinbar continuirlichen Lichtes am größten. Vom unteren Rande, etwa 40° nach rechts (natürlich direct gesehen), war zunächst ein breiterer, strahlenförmiger Saum von etwa 30° Ausdehnung, und von diesem aus gingen drei längere Strahlenbüschel, ungefähr senkrecht auf den Mondrand, aus, der mittlere kleiner als die beiden äußeren; diese waren nicht geradlinig, sondern kehrten ihre etwas concaven Seiten einander zu. Sie konnten $3/4^\circ$ bis höchstens 1° weit verfolgt werden, worauf sie sich in den rings umgebenden Wolken verloren. Ich glaube, daß auch an einer nahe 180° von hier entfernten Stelle des Mondrandes radiale Strahlen ausliefen, doch weit schwächer als die eben beschriebenen. Dies war etwa eine Minute nach dem Anfange der Totalität. Die Sicherheit dieser Wahrnehmungen wurde mehr als durch die Kürze der Zeit durch den wolkigen Zustand des Himmels beeinträchtigt. — Der Eindruck, den ich persönlich von der Natur der weit auslaufenden Strahlenbündel erhalten habe, ist der, daß es Sonnenlicht sei, reflectirt von einer Unzahl im Weltraume befindlicher und von der Sonne beschienener Körperchen.

Vor der Finsterniß hatte ich eine vollständige Himmelskarte für den Horizont von Aden zur Zeit der Finsterniss entworfen, enthaltend alle Sterne der ersten und zweiten und einige der dritten Größe, sowie die Planeten Mercur, Venus, Mars, Jupiter, und ich hatte mehrere der englischen Officiere gebeten, auf die Sichtbarkeit derselben, ein Augenmerk zu haben und namentlich auf den nicht weit vom Zenith abstehenden Orion aufmerksam gemacht. Der bedeckte Zustand des Himmels (die Bewölkung betrug während der Totalität 0·8—0·9 des ganzen Himmels) vereitelte natürlich den größten Theil dieser Untersuchungen; nur Sirius, Venus und Jupiter wurden von

Vielen wahrgenommen; von Einem, einem sehr intelligenten Parsi, Lehrer in Aden, noch ein Stern, den ich mit α Aurigae identificirte.

Die photographischen Aufnahmen geschahen im Brennpunkte des Fernrohres; die Originalbilder haben daher, bei einer Brennweite von 7 Fuß, einen Durchmesser von nur 9·85 Linien [1]).....

II.

Beobachtungen zur See am Bord des Rangoon.

$\lambda = 3^h 57^m$.... O. v. Greenw. $\varphi = + 15° 42'$.

Observations of the Total Solar Eclipse of August 18, 1868. By Captain D. Rennoldson.

Proceedings of the Royal Society Vol. XVII, p. 125.

(Instrumente: Ein Handspectroskop und vermuthlich Bootsfernrohre.)

.....The total eclipse lasted $4^m 8^s$. The sketch shows what was seen by a large number of persons. In observing with the spectroscope, I saw what none of the others could see, with their glasses

---

[1]) Die photographischen Bilder werden in dem vorläufigen Berichte in der Vierteljahrsschrift der astronom. Gesellschaft folgendermaßen beschrieben:

Platte I zeigte zwei Bilder (Nr. 1 und 2) von übereinstimmenden Protuberanzen am oberen Sonnenrande. Diese bestanden erstens aus einem 2—3 Bogenminuten weit hervorragenden Horne, etwa 30° von oben nach rechts abstehend und etwas gegen den Radius geneigt; zweitens etwas links von oben aus einer Reihe von Protuberanzen von geringerer Höhe, die sich wulstartig über etwa 30° des Sonnenrandes hinzogen. Diese wulstartigen Protuberanzen waren drittens von einem sanft abgestuften Hofe umgeben, der im Ganzen einen Bogen von circa 120° bildete und sämmtliche Protuberanzen mit einander verband.

Auf Platte II erschien nur beim ersten Bilde (Nr. 3) ein ziemlich schwacher Schimmer um einen grösseren Theil des Mondrandes, auf dem einige Details etwas deutlicher hervorzutreten scheinen. Vom zweiten Bilde derselben Platte (Nr. 4) zeigte sich keine Spur. (Durch atmosphärische Einflüsse?)

Platte III. Das erste Bild (Nr. 5) zeigt im linken, unteren Quadranten eine perlschnurartige Reihe von Protuberanzen über eine Ausdehnung von circa 70° von einem zarten Hofe umgeben. Das andere (Nr. 6) zeigt dieselbe Reihe, doch wurde dieselbe bereits durch die ersten Strahlen der wieder hervorbrechenden Sonnenscheibe affcirt."

So viel mir bekannt, wurden nur vom ersten Bilde der ersten Platte (Nr. 1) Abzüge verfertigt, weil die andern Bilder, wenn ich nicht irre, doppelte Contouren zeigten. (Weiß.)

viz, two prominences on the right limb of the moon (showing in the spectroscope to the left) of a yellow flame-colour, immediately opposite to the red ones, the whole forming a square, with the moon in the centre, showing out like a mass of rock. The colour of the corona, as seen through the prism, was red, a yellowish green, blue and violet — the violet the brightest till the middle of the eclipse, when the red became lumpy and showed brighter.

The spectrum from the moon cut throug the centre of this, but very faint, the red thrown out with a curve.

. .....Much haze and flying cloud, only Venus and one other star could be seen.....

[This letter was accompanied by four coloured sketches of the prominences and corona. Of these Nr. 1 shows a small low prominence, extending from about azimuth 144° to 150°, azimuths beeing measured in the direction of the motion of the hands of a watch, round the centre of the moons disc, from the highest point, and another low prominence azimuth 160° to 180°. No. 2 shows a lofty prominence at azimuth 198° curved in the upper part, with the concavity turned in the direction of increasing azimuth, and a low prominence from azimuth 332° to 345°. No. 3 shows the long prominence at azimuth 202°, and the upper prominence at azimuth 320° to 338° No. 4 shows the long prominence, reduced in height, at azimuth 212° and the upper prominence at azimuth 230° to 255° [1]). The figures are thus described.]

Nr. 1. A small red flame or protuberance on the right-hand lower corner of the moon, visible for a few seconds before the sun was totally eclipsed; disappeared a few seconds after.

Nr. 2. $1^{1}/_{2}^{m}$ after commencement of total eclipse. A large red flame of about 5′ on lower left hand corner, and a red flame or blotch on upper left hand — both visible fromcommencement of totality, and very bright.

No. 3. 3^{m} after commencement. The long red flame rather shorter, and the upper one increased in size.

No. 4. At reappearance of sun's upper limb, the upper protuberance disappeared; the lower one was visible for about 10^{s} after, about half its former size.

---

[1]) Offenbar ein Druckfehler statt 330° to 355°. (Weiß.)

III.

Beobachtungen in Jamkandi.

$\lambda = 5^h 1^m 20^s$ O. v. Greenw. $\varphi = +16° 30' 2''$.

Account of the Solar eclipse of 1868 as seen at Jamkandi in the Bombay Presidency. By Lieut. J. Herschel.

Proceedings of the royal Society, Vol. XVII, p. 104—124.

(Historisches; Beobachtungsplan; Bemerkungen über die Leichtigkeit, mit welcher die hellen Protuberanzenlinien sichtbar sind und Andeutungen für künftige Beobachtungen derselben, womöglich auch ausser totalen Finsternissen; Beobachtung von Contactmomenten und Fleckenbedeckungen.)

1. **Lieut. J. Herschel.** (Fernrohr 5″ Öffnung, 62″ Brennweite, Spectroskop von Simms.)

.....During the advance of the moon, and up to the last available moment, I paid particular attention to the collimation of the needle point (in the finder)..... The sharp cusps were well suited to this purpose, and the sun-spots were good tests.....: While thus employed I had occasion to remark that at the centre of the moon, some nine or ten minutes before totality, the intensity of the solar spectrum was much about the same as that of the full moon.

The principal solar lines were measured at intervals during the advancing eclipse. A few minutes before totality, in going over these lines for the last time, the slit being as wide as was allowable for full sunlight, i. e. very narrow, I recorded an increasing brillancy in the spectrum in the neighbourhood of *D*, so great in fact as to prevent any measurement of that line, till an opportune cloud moderated the light. I am not prepared to offer any explanation of this. The clouds were arranged in two distinct strata, the lower one containing masses hurrying past with the monsoon current at no great height, the upper consisting of light, thinly scattered cirri showing very little motion. It is conceivable, that the latter may have been obstinately interposed until the time when I remarked the recorded brillancy; but I cannot say that I should be satisfied with such an explanation.

I also remarked, that the whiteness of the crescent, as seen in the finder, was apparently intensified as it grew narrower. Possibly

this was the effect of contrast with the darkening background; for at this time I began to be annoyed by the appearance of five or six phantom crescents, which seemed to be trying to rival the legitimate one. I imagine I was indebted to the dark glass for these apparitions; but whatever called them up, they most effectually confused the view of the closing scene; whatever might otherwise have been seen at this stage was swamped in the confusion.....

The spectrum faded out as I looked, while it had still appreciable width, and I knew a cloud had intervened.

A few seconds more and the spectrum of diffuse light vanished also, and told me the eclipse was total, but behind a cloud.

I went to the finder, removed the dark glass, and waited; how long I cannot say; perhaps half a minute. Soon the cloud hurried over; following the moon's direction, and therefore revealing first the upper limb with its scintillating corona, and then the lower.

Instantly I marked a prominence near the needle-point, an object so conspicuous that I felt there was no need to take any precautions to secure identification. It was a long finger-like projection from the (real) lower left-hand portion of the circumference. A rapid turn of the declination-screw covered it with the needle-point, and in another instant I was at the spectroscope. A single glance, and the problem was solved. Its Spectrum: *Three vivid lines, red, orange, blue; no others, and no trace of a continous spectrum*..... I lost no time in applying myself to the measurement..... Clouds were evidently passing continually; for the lines were only visible at intervals — not for one-half the time, certainly — and not always bright..... The red line must have been less vivid than the orange; for after a short attempt to measure it, I passed on to secure the latter.

In this I succeeded to my satisfaction, and accordingly tried for the blue line. Here I was not so successful. The glimpses of light were rarer and feebler, the line itself growing shorter, and what remained of it, further from the cross. I did, however, place the cross wires in a position certainly very near the true one, and got a reading before the reillumination of the field told me, that the sun had reappeared on the other limb.....

I read *F*, and then *D* and *C*. The following were my readings up and down:

	C	D	b	F
Before	1·91	2·96	4·58	5·64·
	1·90	2·94	4·56	5·61
	1·93	2·98	4·60	5·65
	1·92	2·97	4·58	5·62
Bright lines	..	[3·00]	.. [5·56]	
After	1·93	3·00	..	5·65

I consider that there can be no question that the orange line was identical with *D*, so far as the capacity of the instrument to establish any such identity is concerned. I also consider that the identity of the blue line with F is not established; on the contrary, I believe that the former is less refracted than F, but not much. With regard to the red line, I hesitate very much in assigning an approximate place: *B* and *C* represent the limits; it might have been near *C*; I doubt its being so far as *B*; I am not prepared to hazard any more definite opinion about it. Its colour was a bright red. This estimate of its place is absolutely free from any reference to the origin of the lines *C* and *F*.....

I have not quite exhausted the statement of my observations, though what I have still to state was rather the result of subsequent reflection than of actual cognizance at the time. I said that the prominence was situated close to the needle point. I estimate its position as at the east point, a few degrees to the left of the lowest, of the sun's limb. Its form was that of a projecting finger slightly curved to the southward, and its height nearly 2′. The slit was at right angles to the hour circle, and therefore perpendicular to the sun's limb at this point. A vertical section (so to speak) of the prominence was therefore admitted through the slit. It appears then, that, the length of the lines corresponded with the height of the prominence, being limited (as in the case of the spectrum of the section of the crescent) on the one hand (the left) by the advancing moon's limb at the centre of the field, and on the other by the natural summit of the prominence or flame as we are now entitled to call it. Beyond this summit, the light of the corona was free to enter; it was also free to enter with that of the flame; but I saw the spectrum of the latter only. I thence conclude that the spectrum of the corona was a faint solar one, — a conclusion quite in accordance with the other characteristics of this phenomenon, such as the radiated appearance and

the evidence from polarity, indicating a central source of light. With regard to the latter, it is clear, that the light of the corona is polarized in planes passing through the sun's centre (as the gist of Lieut. Campbells Report), and therefore, that the corona shines mainly by reflected light. At the same time it is possible, that the absence of a spectrum of the corona at this particular spot may have been accidental. I have since heard, that the Corona was particularly feeble at this point. I had no opportunity of studying the corona myself. After first catching sight of the eclipse in the finder, I never left the spectroscope but once, when a long intervall of cloudiness sent me to the finder to make sure. I then cought a few seconds' glimpse again, and remarked a red blot (I recognized no shape) of a prominence at about the north point, or rather to the west of it.....

2. **Lieut. W. R. Campbell.** (Fernrohr 3″ Öffnung).

.....During the progress of the eclipse I observed no unevenness in the moon's limb, nor any want of sharpness in the cusps, using magnifying-power 27.....

Closely before totality, a bright line of light appeared to shoot out at a tangent to the moon's limb at its centre, as if running across the bright crescent of the sun (though of course not visible against the superior light) and extended beyond each cusp to a distance nearly, if not, quite 15′. [The sketch in the margin represents Lieut. Campbells meaning, as ascertained orally. Note by Lieut. H.] The corona became visible immediatly after, between the dark limb of the moon, and the bright line. The corona did not appear so bright as the line, the brillance and whiteness of the light of which was most striking. This was seen through a highly smoked glass. At this period, probably not more than 3 to 5 seconds before totality ensued, a thick cloud shut out everything, and the rest of the phenomenon was only seen fitfully through openings in the clouds, for an aggregate period, which I estimate at somewhat less than half that of totality.....

Fig. 1.

On the first opportunity after the commencement of the eclipse I turned on the double image prism with the eyepiece of 27 magnifying power, which gave a field of about 45′ diameter. A most

decided difference of colour was at once apparent between the two images of the corona; but I could not make certain of any such difference in the case of a remarkable horn-like protuberance of a bright-red colour, situated about 210° from the vertex, reckoned (as I have done in all cases) with reference to the actual, not the inverted image, and with direct motion. I then removed the double-image prism, and applied the Savart's polariscope, which gave bands at right angles to a tangent to the limb, distinct, but not bright, and with little, if any, appearance of colour. On turning the polariscope in its cell, the bands, instead of appearing to revolve on their own centre, passing through various phases of brightness, arrangement etc. etc., travelled bodily along the limb, always at right angles thereto, and without much change in intensity, or any at all in arrangement.

The point at which they seemed strongest was about 140 from the vertex, and I recorded them as black centred.

Believing, that with a higher power and a smaller field I should find it easier to fix my attention on one point of the corona, and observe the phases of the bands at that point, I changed eyepieces applying that of 41 power. With this eyepiece the first clear instant showed the bands much brighter than before, coloured, and as tangents to the limb at a point about 200° from the vertex; but before I could determine anything further, a cloud shut out the view, and a few seconds later a sudden rush of light told that the totality was over, though it was difficult to believe, that five minutes had flown by since its commencement.

I experienced a strong feeling of disappointment and want of successs; the only points on which I can speak with any confidence being as follows:

1. When using the double image prism, the strong difference of colour of the two images of the corona, and the absence of such difference in the case of the most prominent red flame.

2. With the Savart's polariscope the bands from the corona were decided; with a low power they were wanting in intensity and colour; excepting alternate black and white, making it difficult to specify the nature of the centre; and their position was at right angles to the limb, extending over about 30° of the circumference. When the polariscope was turned the bands travelled bodily round

the limb, without other change in position or arrangement, as if indeed they were revolving round the centre of the sun as an axis. With a higher power, when a smaller portion of the corona was embraced, the bands were brighter, coloured, and seen in a different positlon viz. tangents to the limb.

The appearance observed with a low power seems exactly what might be expected, supposing the bands to be brightest at every point when at right angles to the limb, in which case the bands growing into brightness at each succeeding point of the limb, would distract attention from those fading away at the points passed over as the analyzer revolved.....

During totality several stars and planets were seen by those, who were with me..... It was at no time so dark as I had expected: after the total phase had commenced I read the chronometer and wrote notes in pencil without difficulty; and the light of a bull's-eye lantern when thrown on my paper appeared somewhat dull.

The brillance of the light of the corona, when it burst out, through the openings in the clouds astonished me. Also the very gradual decrease of light before totality, and the wonderful flood of light, which followed the instant of the suns reappearance (though behind a cloud) were very striking.....

IV.

Beobachtungen in Beejapour.

$\lambda = 5^h\ 3^m\ 21^s$ O. v. Greenw. $\varphi = +\ 16°\ 49'6$ [1]).

Beginn der Totalität $21^h\ 1^m\ 49^s$ (:)
Ende „ „ 21 6 59

Account of Spectroscopic observations of the eclipse of the sun, August 18, 1868 by Capt. C. T. Haigh.

Proceedings of the Royal Society Vol. XVII, p. 74—80.

(Historisches, Beobachtungsprogramm, Contactmomente.)

Capt. C. T. **Haig**, Handspectroscop, befestigt an das Fernrohr eines sechszölligen Theodoliten.

Prof. **Kero Laxuman**, Fernrohr $2^1/_4$'' Öffnung, 36'' Brennweite, Vergrößerung 70.

Capt. **Tanner**, Fernrohr $1^7/_8$'' Öffnung, 18'' Brennweite, Vergrößerung 46.

..... I may state at once that I observed the spectra of two red flames close to each other, and in their spectra two broad bright bands quite sparply defined, one rose-madder and the other light golden. These spectra were soon lost in the spectrum of the moon's edge just before emergence, which had also two well defined bright bands (one green and one indigo) about a quater the width of the bands in the spectra of the flames, this spectrum being again soon lost in the bright sunlight.....

In the diaphragm of the theodolite-telescope, I had a system of wires, which I had intended for assistance in general observations of the flames, in case I should find, that I could make no satisfactory spectrum-observations, which from the absence of any slit'arrangement in the spectroscope, I was rather inclined to anticipate.....

The darkness increased very slowly till just before totality, when the increase was very rapid and sudden..... The degree of

---

[1]) Die Position ist den Proceedings of the Asiatic Society of Bengal (September 1868) entnommen, welche ebenfalls einen Bericht der Beobachtungen von Capt. Tanner und Prof. Laxumann, aus der Feder des ersteren, enthalten. Nach den Beobachtungen von Dr. Tietjen liegt Beejapoor 7'2 westlich von Moolwar. (Weiß.)

darkness [during the totality], we were surprised to find so far from total. We could easily write, read our writing, and read the seconds of our watches without the aid of artificial light.

.....Contrary to all expectation, and to our intense satisfaction a sudden opening in the nimbi showed us the eclipse through the cirrocumuli..... I immediatly saw through the naked telescope of the small theodolite that red flames were visible, and at once pointed the spectroscope, using the theodolite-telescope as a rest. Very fortunately I directed the spectroscope with its refracting edge tangent to the moon, where two red flames were protuding, seperated from each other by a small intervall; so that their spectra, which were identical, were extended over the dark background of the moon's disk, and stood out in most marked and brillant contrast with the feeble but continuous spectrum of the corona; and in their spectrum there were the two broad bright bands I have above described. Most fortunately also these red flames were on that part of the sun which first reappeared; so that just before or just at emergence there appeared at the very part, I was intently observing one brillant wide spectrum with the green and indigo bands before described, remaining visible for an interval just long enough to enable me to make quite sure of the position of the bands, which were then obliterated by the bright light of the sun. Of course, observing with the spectroscope alone, it would have been impossible to say, wether the spectrum with the green and indigo bands appeared just before or just after emergence; but I think it must have been just before, because Captain Tanner called out when totality was over; and I immediatly remarked that I thought he was rather too late, but he was quite confident about the accuracy of his observation. What struck me, as being very remarkable, was the circumstance, that, though the light of the red flames was to the naked eye so feeble, as to be outshone to extinction by that of the corona, nevertheless, when viewed with the spectroscope, the spectrum of the corona was very weak, and that of the flames remarkably brillant. On the first glimpse of the eclipse, before looking through the telescope, the corona appeared so bright, that it gave me the momentary impression (as it did to Captain Tanner) of its being an annular eclipse.....

The following is an extract from Captain Tanner's notes, taken almost immediatly after the eclipse.

„I at first saw three prominences, one (*a*) long curved pointed tongue and two (*b*) close together, straight, but flat topped, about two thirds the height of the former. They were of a rose-madder colour and were decidely more like flames than anything else, not only in their general appearance and colour, but by their being composed of smaller tongues of flame parallel (or nearly so) to the general axis of the flame, so that they had a streaky appearance and a ragged edge. At the first glance, when the sun was somewhat obscured by clouds, I thought they were homogeneous, and had hard edges; but this idea was at once dispelled when the clouds cleared of. The two protuberances, which were close together, were not, as far as I could see, joined by any smaller shots of flame. I afterwards observed one small protuberance (*c*). I did not observe, that it was streaky, as the others were, — perhaps on account of its being so small and perhaps because I had not sufficient time to examine it properly. As regards the corona, when we first began to see the eclipse through the clouds, I was under the impression that the eclipse, instead of being total, was only annular, so bright was the corona near the moon's limb. I could not detect any irregularities in the structure of the corona, but the light appeared to be gradually shaded off all round."

The following is from Mr. Kero Laxuman's notes.

„The protuberance *a* appeared like a red flaming torch, width $^1/_2'$ height about 2′; colour dark red, lines stretched over a less-red ground. The direction not perpendicular to the edge of the moon, but making an angle of 60° with it. Those marked *b* were broader, and almost as high as *a*, but not pointed. They appeared to expand a little at the vertex. They were also streaked by several dark-red lines. That marked *c* appeared semicircular, with a breadth of about $^1/_2'$. The flame *a* was visible for about two minutes after the end of totality; and had there been no clouds, I think it could have been seen longer."

Both Captain Tanner and Mr. Kero Laxuman also agreed in describing the form of the red flames *b* as somewhat similiar to hands with fingers slightly separated. They only differed in their position of the small flame *c*, the former placing it to the right, the latter at a similar distance on the left of the flames *b*; but Captain Tanner at once yeelded his conviction to that of Mr. Kero Laxuman, which,

therefore was accepted as most likely to be true. The spectrum of *c* was not observed by me at all. I therefore think it could only have appeared simultaneously with the bright spectrum of the moon's edge. I so held the spectroscope, that I could not see the spectrum of the flame *a*.....

It is very curious how the darkness during totality seems to have differed in degree in different places. At Beejapoor we were told that down below in the town the darkness was so great, that it was not possible to see one's own hand. We thought this account might be an exaggeration; but we afterwards learnt that at Moolwar a gentleman dropped part of an eyepiece of a telescope, and that it was not possible to find it, even by placing the eye close to the ground, until after the end of totality.

Diesem Berichte Haight's mag aus den Proceedings of the Asiatic Society, in denen Kern Luximun statt Kero Laxuman steht, noch Capt. Tanner's Erklärung beigefügt werden, warum bloß er und sein Mitbeobachter die streifige Structur der Protuberanzen *a* und *b* wahrgenommen hätten. Er sagt:

When the sun is ordinarily observed on a bright warm day, the tremulous motion of the athmosphere so interfers with magnified views of sun-spots, that the minute markings of their structure are almost, if not quite lost and obliterated. Now we observed through a single gap in the clouds. The earth and the atmosphere had not been warmed at all by the suns ray's that morning, and we therefore saw the sun through a perfectly steady and homogeneous atmosphere, undisturbed and unbroken by heated tremulous vapour; the streaks and lines composing the red protuberances were therefore seen by us distinct from each other. In the double flame *b*, even the most careless observer could not fail to notice the radiating lines or streaks, and it only required ordinary care to detect the same phenomenon in *a*, the lines composing this being finer and more minute than in *b*.

V.

Beobachtungen in Mulwar.

$\lambda = 5^h\ 3^m\ 21^s$ O. v. Greenw. $\varphi = +\ 16°\ 34'7$.

Beginn der Totalität: Ein paar Sekunden nach $21^h\ 2^m\ 5^s$ mittl. Zeit Mulw.
Ende „ „ hinter Wolken.

Ausführliche Berichte über die unter Leitung der astronomischen Gesellschaft ausgeführten Expeditionen zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniß vom 18. August 1868.

1. Bericht von Professor Spoerer.

(Historisches, Messungen von Temperatur und specifischem Gewicht von Meerwasser, Beobachtungen von Sonnendeformationen bei deren Untergang, von vier Sternschnuppen, der Milchstraße, des ersten Erscheinens von Sternen nach Sonnenuntergang und der Mondsichel nach Neumond; endlich von Sonnenflecken.)

.....Gegen $20^h 55^m$ verschwand die schmale Sichel der Sonne vollständig hinter Wolken und kam nicht wieder zum Vorschein..... Um $21^h 1^m 44^s$ war die Dunkelheit schon so beträchtlich, daß man auf den Anfang der totalen Verfinsterung schließen konnte, indessen bis $21^h 2^m 14^s$ hatte die Dunkelheit doch noch mehr zugenommen, so daß in der Zwischenzeit die Totalität begonnen haben mußte. Ohne Lampe war ein schnelleres Ablesen der Uhr nicht möglich, ebenso war es mir nicht möglich, das mit Bleifeder Geschriebene zu lesen.....

$21^h 6^m 9^s$ sah ich nahe dem Zenith einen einzelnen Stern, wo ich kaum eine Wolkenlücke bemerken konnte. Auch in der Richtung nach der Sonne schien keine Wolkenlücke zu erwarten, aber $21^h 6^m 54^s$ wurde ich überrascht durch den plötzlichen Anblick der Corona. Sie erschien als ein ziemlich gleichförmiger Ring in der Farbe der Blumenblätter der Feuerlilie. Ein deutscher Kaufmann aus Sholapoor, der uns nach Mulwar gefolgt war, sagte mir später, daß er durchgehende Strahlen der Corona gesehen habe, wogegen ich glaube, wenigstens für die sehr kurze Zeit, während welcher ich die Corona betrachtete, die Existenz solcher Strahlen bestreiten zu müssen. Durch das Fernrohr blickend, habe ich nicht weiter auf die Corona geachtet, denn hier fesselte mich die große östliche Protuberanz von ausgezeichneter Lichtintensität. Die Färbung war nicht

durchweg gleichmäßig, meist so wie die Sonne mit hellrothem Blendglase erscheint, aber auch mit helleren fast weißen Streifen durchzogen. Der Mondrand wurde zur Berührung gebracht mit einem inneren Kreise der Mikrometerplatte, und reichte alsdann die Protuberanz genau bis zum fünften Kreise, woraus die Höhe 96″ folgte. Bei der Einstellung zur Messung des Positionswinkels wurde alles durch Wolken verdeckt.

$21^h\,7^m\,44^s$ schon merklich heller, so daß etwa vor $^1/_4$ Minute die Totalität ihr Ende erreicht haben konnte [1])……

2. Bericht des Herrn Dr. **Engelmann** (Cometensucher von 34‴ Öffnung und etwa 10maliger Vergrößerung.

(Beobachtung des Anfangs der Finsterniß und einer Sonnenfleckenbedeckung, Einfluß der Totalität auf Thiere, Photometrische Bestimmungen und Grössenschätzungen südlicher Sterne, meteorologische Beobachtungen und Sonnenuntergänge im Meere).

Beobachtungen während der Totalität gültig für $21^h\,6^m\,58^s$ m. Z. Mulwar.

Ein schmaler intensiv heller weißer Lichtsaum umgibt die schwarze Mondkugel, so daß der erste Eindruck der einer ringförmigen Sonnenfinsterniß ist; an ihn setzt sich als weißer Strahlenkranz die Corona, deren mittlere Breite ich auf 6′—7′ ($^1/_5$ ☾ Durchmesser) schätze, große Strahlen fehlen; die Erscheinung ist durch die Wolken jedenfalls sehr beeinträchtigt. In der Corona, am obern Rand (Positionswinkel etwa 80°) dicht aufsitzend eine große, klumpig-keulige, rothe Protuberanz, deren Höhe ich zu 3′—4′ ($^1/_6$—$^1/_8$ ☾ Diam.) bei einer Breite von $^3/_4$′—1′ schätzte; Richtung ungefähr nach dem Centrum. Eine andere, gleichfalls rothe und große, am untern Rande konnte ich nicht mehr nach Dimension und Lage schätzen, da die Sonne wieder von Wolken bedeckt wurde. Die zur Wahrnehmung des vorhergehenden gegönnte Zeit betrug wahrscheinlich nicht mehr als vier Sekunden…… Die Dunkelheit, die durch die dicken Wolkenmassen jedenfalls noch beträchtlich vermehrt wurde, war nie so groß, daß ich nicht gewöhnliche Schrift, oder die Minutenstriche meines Taschenchronometers hätte erkennen können, sie nahm scheinbar viel rascher ab als zu.

[1]) Am Schlusse der Abhandlung entwickelt Prof. Spoerer die Grundzüge seiner Theorie, daß die Protuberanzen die Vorläufer oder Nachfolger von Fleckengruppen seien. (Weiß).

3. Bericht des Herrn Dr. F. Tietjen (6füssiger Refractor).

(Geographische Ortsbestimmung von Bejapoor und Mulwar, Beobachtung von Fleckenbedeckungen und des Finsternißanfanges).

.....Um $21^h\ 2^m\ 4{\cdot}9$ erschien der Sonnenrand nur noch als eine Reihe lose zusammenhängender Punkte; wegen plötzlicher Bedeckung durch Wolken konnte der wirkliche Anfang der Totalität nicht beobachtet werden, er kann aber höchstens ein paar Sekunden später stattgefunden haben.

$21^h\ 5^m\ 59{\cdot}0$. Am linken Mondrande blitzen verschiedene helle Punkte auf.

21 6 54·9. Oben rechts eine große Protuberanz. Positionswinkel 79°, Höhe derselben 91″.

21 6 58·4. Unten rechts eine zweite Protuberanz, die eben so breit als hoch ist. Positionswinkel 315°, Höhe 57″.

Andere Protuberanzen waren nicht sichtbar, vielleicht waren aber die Wolken der Sichtbarkeit hinderlich. Die Höhe der zweiten Protuberanz ist nur geschätzt, doch innerhalb 5″ richtig. Das Licht der Protuberanzen war mehr dunkelroth, als hellroth. Die Spitze der ersten Protuberanz erschien fast wie die Flamme einer Kerze, sie war oben etwas nach rechts übergebogen. Die Mittellinie dieser ersten Protuberanz ging nicht nach dem Mittelpunkte der Sonne, sondern sie war nach einem Punkte rechts neben demselben gerichtet. Alle diese Angaben beziehen sich auf das umkehrende Fernrohr.....

Es sei noch bemerkt, daß um $20^h\ 36^m$ am Rande des Mondes vor der Sonnenscheibe eine entschieden auffallend gelbliche Färbung war [1].....

---

[1]) Der Bericht des vierten Expeditionsmitgliedes H. C. Koppe enthält keine auf die Sonnenfinsterniß bezüglichen Beobachtungen, sondern die zu Mulwar und Beejapoor ausgeführten magnetischen Messungen und deren Berechnung; Bestimmung der Dichte von Meerwasser, Temperatur-, Psychrometer- und anderweitige meteorologische Beobachtungen. (Weiß).

VI.

Beobachtungen zu Vunpurthy.

$\lambda = 5^h\ 12^m\ 12^s$ O. von Greenw. $\varphi = +16^\circ\ 22'3$ Seehöhe 1516 Fuß.

Report of the Government Astronomer (N. R. Pogson) upon the proceedings of the observatory in connexion with the total eclipse of the sun on August 18th 1868 as observed at Masulipatam, Vunpurthy, Madras and other stations in southern India.

(Beobachtung von Contactmomenten und Fleckenbedeckungen, Hörnermessungen, meteorologische Beobachtungen.)

Aus dem Berichte von C. **Ragoonatha Chary**, first assistant in the Madras Observatory. (Fernrohr 4″ Öffnung, 60″ Brennweite Vergrösserung 50).

..... The scenery during the time of totality was awfully sublime. I had previously instructed the by-standers to watch carefully if they could see the sweeping of the shadow from the west, and they unanimously cried out, just at the beginning of the totality „darkness coming, and covering hill after hill; the shadow has come over us“. At that it did not appear so very dark, but only a few seconds after it became so much more so, that I was unable to see some steps near me distinctly. A passing thin break in the clouds favoured me with the sight of a long protuberance but its sudden appearance, and the vexatious return of heavy clouds, rendered measurement with the micrometer impossible. The time of its visibility was about a minute after the total extinction of the suns limb, and its estimated poition was about 10° to the right of the vertex as seen in my inverting telescope, or 90° from north point towards east, its length being about one-tenth of the sun's diameter and its breadth about one-tenth of its lenght. It appeared to me of nearly the same breadth except at its end, where it abruptly sloped off to a point. It was of a pale yellowish colour, and not red.

I can safely say that it was quite as dark as on a clear starlight night. I had to use lamp-light, when looking for the time by the chronometer, and it was impossible to recognize the face of a person standing within a distance of three yards. Lighted candles appeared just as bright as in the night-time and I was told that my lights were distinctly seen three quarters of a mile off. I heard loud shouting from the people at a distance during the total darkness.

My Brother C. Rungacharry, who used the smaller telescope 28 inches in focal lenght and 2½ in aperture, with an erect eye-piece and power 40, furnished the following particulars.

„..... At this time (8^h 17^m a quarter of an hour after the first contact) the horns were pointed, and the moon's limb sharply defined. At 9^h 3^m the moon's limb was observed to be notched and somewhat undulating. The horns also appeared to be blunt..... Between 9^h 15^m and 9^h 20^m my pencil notes, and the features of persons within four feet could hardly be distinguished. Two hills, apparently close to each other although at a distance of about 20 miles in the direction of N. W. by W., were made out with difficulty. The colour of the sky between the clouds was pale yellow.....“

I was informed by the Dewan of Vunpurthy, who is a lover of science, and by other intelligent people in the neighbourhood, that at Vyaperla a village about 25 miles south of Vunpurthy, red protuberances, four broad and long beams of light in the corona, and about 30 stars were seen ..... At Kurnool, Chavudappa Row, Collectors Sheristadar, who had a copy of the „Popular Description of the eclipse“, with the configuration of the stars possibly visible, assured me, that he and some others, saw the star Regulus just below the dark limb of the moon, shining as a bright point through the dim light of the corona. He also stated that he saw the planet Mercury.....

VII.

Beobachtungen zu Guntoor.

$\lambda = 5^h\ 21^m\ 49^s$ O. v. Greenw. $\varphi = +16°\ 17'5$.

A. Astronomical Society's Expedition.

Report on the total Eclipse of the Sun August 17 — 18, 1868, as observed at Guntoor, under instructions from the right honourable the secretary of State for India. By Major I. F. Tennant. — Memoirs of the Royal astronomical Society Vol. XXXVII., p. 1—48.

(Historisches; Beobachtungsplan; geographische Ortsbestimmung; Einstellung der Fraunhofer'schen Linien; Contactmomente; Fleckenbedeckungen.)

1. **Major Tenant.** (Fernrohr 4·6″ Öffnung, 60″ Brennweite Spektroskop von Simms.)

..... Directly I saw the whole moon in the finder, I set the cross-wires immediately outside its upper limb. By the time I got to the spectroscope, the cloudy range, seen in the photographs, had vanished from the slit, and I saw a very faint continous spectrum. Thinking that want of light prevented my seeing the bright lines, which I had fully expected to see in the lower strata of the corona, I opened the jaws of the slit, and repeatedly adjusted by the finder, but without effect. *What I saw was undoubtedly a continuous spectrum, and I saw no lines.* There may have been dark lines, of course, but with so faint a spectrum, and the jaws of the slit wide apart, they might escape notice. I then searched for the remarkable horn, projecting apparently upwards from the moon's limb. The disarrangement of the wire (in the finder) lost me some time; suddenly however, it burst into sight, a gloriously brillant linear spectrum. I closed the jaws of the slit as fast as I could, and hastily cast my eyes over the field. One line in the red was so beautiful, that it needed an effort, to turn my attention to anything else; there was a line in the orange not so well defined, and one in the green, which seemed multiple; (it must be remembered that I had not time to adjust the jaws of the slit accurately, and that the brillancy of these lines made them broader by irradiation) beyond, I saw a line just defined, which, as will be seen from the measures before given, must have been near to *F*, and still further off in the blue I saw a hazy light, probably beyond *G*.

Adjusting the lamp I read the red line at 256 divisions, the next at 238 and the green one at 210. While I was endeavouring to make up my mind about the place of the next one, which was hazy, the Sun reappeared, and this spectrum faded from view. At $8^h\ 11^m$, sidereal time, I read the lines as follows:

Solar line *C* 255·6
„ „ *D* 237·6
„ „ *E* 213·3
„ „ *b* 208·6 (estimated, mean of three lines).

Up to this time all the adjustments were untouched. .....

The red and yellow lines are evidently *C* and *D*, the reading of the green line coincides with that of the brightest line in *b* instead of the mean of the three lines, which I read as a verification; the

line near to *F* was in all probability *F* itself; *E* was certainly not seen by me. The line in the blue it is useless from my data to speculate upon, I must hope, that some one else has identified it.....

2. **Captain Branfill** (Fernrohr 3¼″ Öffnung, 60″ Brennweite, Vergrösserung 30, Polarisationsapparate.)

..... Captain Branfill says:

„ The mountainous ragged edge of the moon's apparent upper limb was very clearly projected on the Sun. When about three-quarters of the Sun's diameter (by estimation) was obscured, (approximate time $21^h\ 4^m$) I observed faintly luminous lines beyond the cusps and about halfway between the limbs of the sun and moon prolonged. These lines were also seen by Major Hearn, whom I requested to note what he saw. They had disappeared ten minutes after; I did not make out the limb of the moon, either near the cusps or elsewhere, till about five minutes before totality, and then only the apparent left (that is, true south) limb of the moon. I failed to se e the entire limb of the moon before totality. I noticed the cusp I was watching (the apparent left) break into beads and short lines of light, and suddenly, with the palest dark glass on, caught sight of a group of red prominences. On removing the dark glass, thinking the totality had begun, I was dazzled with the remaining sunlight. A moment[1]) afterwards the totality had commenced.

Immediately after the commencement of totality my attention was caught by a tall, narrow, brillantly-lighted, rose-coloured, horne-like protuberance. With the Nicol and crossed quartz in, and the largest shifting diaphragm, I turned the centre of the small field (8¼′ diameter) on this; I received a very vivid impression of the beautiful clear features and colour of this protuberance. The background gave Savart's bands, but the horn did not. With the finder I then sought the brightest part of the corona, and directed the instrument upon it (viz. the left upper quarter) when the first-men-

---

[1]) Some doubts as to the intervals led me to refer to Captain Branfill about this portion of the description. He says, that he used the word moment rather as meaning a short period, than in its more strict sense, and he estimates the interval from the cusps breaking into beads up to the disappearance of the sun as half a minute.

tioned group of protuberances was just disappearing [1]); this also was near where the line of dark spots had disappeared [2]). I found this part clearly polarized in a plane passing through the sun's centre. I determined the position by a reading of the graduated arc on the eye-piece tube, taken when a wire in the eye-piece was a tangent to the moon's limb at the spot."

I find the following statements in other parts of the notes: „Bright white centre band at 119°. Bands disappeared at 180° and 92°, wire a tangent to the moon's limb at 52°." The plane of polarization would thus have been at 136° and the radius of the moon at 142°. I find from a projection that the position of this point of the moon's limb at the sun's centre would have been 141° two minutes after the sun's disappearance, and it would have been less earlier. „When the central band disappeared, faint bands were seen on the egde of the field right and left; it appeared as if no plane could be found, in which there was an entire absence of bands. The white centre band was clearly marked when the wire was perpendicular to the sun's (moon's?) limb, and as clearly disappeared when turned about 45° each way. The bands appeared on the moon's disk very faintly."

This last phenomenon I did not understand, and at first it struck me that it might be from the interposed cloud; but Captain Branfill could give no information as to the central band; he had not noticed a change from white to black, but the bands were very faint. I have since found that the eye-piece even shows the fringes carried over the edge of the limiting diaphragm, owing, I presume, to dispersed light; and, of course, they would be similarly seen to cross the dark disk of the moon.

„The double-image prism with two diaphragmas gave the same result-plentiful polarization in the plane passing through the sun's centre.

When quite satisfied as to the polarized light in the corona, and its plane of polarization by repeated examination in various

---

[1]) The photographs show that this was about two minutes after the disappearance of the sun.

[2]) The group of spots on the Sun's disk, which with a low power appeared to be three, of which the middle one (noted by me as two) was largest.

places, I gave all my attention to the horn-like protuberance which was still clear and high. I used the smallest diaphragm and the Nicol with and without the crossed quartz; and also the double image with the largest diaphragm, but could not detect any trace of polarized light in it, any bands, or any changes of colour or of relative brilliancy. I was still examining the same protuberance, and about to try the simple Nicol again, when the Sun reappeared (much before time I thought) and put a stop to the observations; for on putting on a dark glass I lost sight of the prominences and all traces of polarized light".

I now revert to Captain Branfill's description of the tall protuberance on which it must be remembered that he was only using a power of 30.

„The tall rose-coloured protuberance was the only one most carefully examined; the tint with no dark glass as well as with the palest, through which it was seen a little before totality, was a beautiful bright rose pink, with veins of silver light. The definition was very good, the outline clear, but irregular; a detached cloud of the same tint, with a distinct gap between, hung over the top. The tint was slightly deeper here and there on the body of the protuberance, and curved silver-lined streaks pervaded it generally in the direction of its length or height. Near the centre and lower part, there appeared to be a rent, or place of no colour, like a small opening or hole in a cloud.

After totality, while watching the progress of the eclipse, I noticed two mountain-like projections, which eventually proved to be very near the point of last contact, and I was able to note the time of their disappearance nearly ten seconds (8ˢ 6) after the sun's limb appeared a perfect curve, except the two notches left by these projections".....

I find I have omitted to notice, that Captain Branfill describes, having observed before totality the usual blunting of the cusps, as though by cutting off the points; a phenomenon of whose existence he was not previously aware. .....

3. **Photographic Operations.** (Fernrohr 9zölliger Newton'scher Reflector aus versilbertem Glasspiegel; photographirt die Objectivbildchen).

Photograph No. 1. This was taken at $7^h17^m2 \cdot 9^s$ sidereal time. The exposure was as short as possible, probably less than a second. In this photograph some glare has fogged the plate a little, but the following things are noteworthy. 1st. The enormous horn on the north side, whose height as derived from the moon's diameter (about 34′) is 3′18″, corresponding at the distance of the sun to 88.900 miles[1]). 2nd. The ridge of light extending round the apparent upper limb of the moon, so bright as to be markedly seeñ through the thickest of the fog, though the glorious horn is paled. Near the horn this light is clearly broken into beads. 3rd. At its southern end this ridge is terminated by a protuberance of singularly complicated structure. Outside the luminous ridge I see traces in the microscope of another faintly luminous stratum. This and the apparent reduplication of the image of the southern protuberance at first made me fancy that there had been a telescopic tremor. A micrometer in the eye-piece of the microscope was used, therefore, to examine the protuberances, and I found, that the positions and distances of the parts did not exactly correspond; I also find on close examination, that a prominence seen in No. 2 is on this faint stratum, and that there is no other trace of it in No. 1. ....

Photograph No 2. This plate was exposed at $7^h\ 18^m\ 1 \cdot 4^s$ sidereal time, and the exposure lasted five seconds. North of the great horn we see a peculiar and faint figure, shaped generally like a bow, but with interruptions and nuclei of light, and having an arrow-like spike in the middle of its base..... Next we have the great horn, which is here much overexposed. The moon's limb has advanced as far as the point, where the two lower branchs seen in No. 1 meet, leaving only a trace of the bifurcation, and the upper part of the horn is of course larger than in No. 1, as fainter parts have come into view. When this photograph is well illuminated, traces of the spiral structure, so apparent in the rest, are seen; but it would be difficult to recognise it without the other pictures. Passing on, the moon's limb is on the edge of the faintly luminous stratum I have described in No 1, which of course is now far more marked; and as we approach the S. we see the prominence mentioned under No. 1 as being

[1]) The boundaries and consequently the height. would be increased by using some of the subsequent pictures.

in the faint stratum, and then reach the upper part of the former terminal prominence, where the long exposure has now blotted out all traces of structure. The neighbourhood of both these prominences is marked by light flaring into the Corona in irregularly curved lines, and this corresponds to the part of the Corona which has been described by Captain Branfill and others as most bright.

Photograph No. 3. This was exposed at $7^h19^m2{\cdot}8^s$ sidereal time, and for ten seconds. It is evidently less affected by light than No. 2, and was probably taken through a light cloud. Here the great horn again claims attention; its spiral structure is now clearly made out. The outline of the moon's disk is wanting till we reach the south terminal protuberance of No. 1, which is now nearly hidden; and in its neighbourhood we see again the flare of which I spoke in describing No. 2.

Photograph No. 4. This was exposed at $7^h20^m0{\cdot}9^s$ sidereal time, and for five seconds. Nothing is seen but the great horn, but that picture is of singular beauty. The continually varying intensity of the light, and its markedly spiral structure are the material points.....

Photograph No. 5. This was taken by a short exposure at $7^h21^m4{\cdot}1^s$ sidereal time. The great horn is still conspicuous on the east side of the disk, and the outline of the moon is marked round three-quarters of the circumference. The top of a prominence on the NW. side of the limb is seen. It may be noted, that in part of the circumference the action of light, seems to have been reversed and the moon to seem lighter than the corona.

Photograph No. 6. This plate was exposed for but a short time (like the 1st and 5th) at $7^h22^m34{\cdot}8^s$ sidereal time. It is a picture as late as it was thought prudent to take it during the absence of the sun. On the SE. side, where the corona was brightest, are traces of it, and the whole limb from N. to SW, shows a trace of corona and a series of beautiful protuberances, only one of which, however, is large. In the original it appears inflated, to me it resembles exactly one of the toy balloons for children in the shape of an animal; there is a mark as of an open mouth, the eye and the neck are marked, and the tail stands out stiffly behind. I mention these details because they complete the appearance of inflation by the resemblance they cause to what one has seen in that state. I would especially draw

attention to the appearance as of a strong current of air (so to speak) blowing from north to south, and bending over and even detaching and carrying away the tops of prominences.....

I have now only to say, what I believe the new knowledge from this Expedition is.

First. The corona is the atmosphere of the sun, not self-luminous, but shining by reflected light. It is evidenced both by the Spectroscope and Polariscope that this is the case, but there is one reservation to be made. The Polariscope has shown clearly, that the light of the brightest part of the corona is mainly reflected; but, looking to the flare which is seen in photographs No. 2 and 3, it seems impossible to doubt that in those places there must have been some inherent luminosity in the corona; unless indeed we consider the flare as a modified form of protuberance. It is, I think, now certain that luminous gas issues from what is more strictly the sun, and I apprehend this flare to be some of this.

Secondly. The great horn certainly was composed of incandescent vapours, and probably all the brilliant protuberances are the same. In the great horn these vapours were hydrogen, sodium and magnesium. It seems to me perfectly certain, that the ignited hydrogen issued from the sun itself, and that it carried up with it the light vapours of sodium and magnesium far above the level at which they would naturally lie; hydrogen naturally would be the very highest of the gaseous vapours, and consequently the coolest; if, however, it were set free at the surface of the sun, it would be intensely hot, and seek with great violence to ascend, in which process, if there be a stratum of heated vapours, such as is usually believed to exist round the sun, the hydrogen would partly displace and carry up these vapours, and the lighter would be taken in preference. In fact, in this case it has carried the two lightest, and that of iron, which is so much heavier, (I think we may presume this from the absence of the line corresponding to *E*) was either displaced or dropped sooner than the height at which I observed. Photograph No. 1 shows, that there were two jets of vapour concerned in forming this horn. One, the largest and most northerly, is seen nearly perpendicularly to the limb, and seems also to have been the most luminous; the other issues about 20000 [1]) miles towards the south and at an angle. They

[1]) These dimensions refer to the projections on a plane perpendicular to the visual ray.

met at a height of some 16000 [1]) miles, and the result was the rapid vorticose motion, which is evidenced in all the photographs as having existed in the upper portion. I believe, I have the good fortune to be the first person, to recognise such a phenomenon . . . . .

Captain Branfill, however, has described the spiral lines, and I recognise the same in the descriptions by Captain Tanner and Professor Keru Luximon Chatrey. As to the other prominences, I think that gases or vapours issuing quietly from the solar surface would tend locally to raise the superincumbent ignited vapour. In places where they were most abundantly given out, the elevation would be greatest, everywhere the gas would leak through in streams; producing occasionally such phenomena as the flare I have spoken of in Nos. 2 and 3. For a time the ignited vapour might, I think, form as it were a case for the light included gas, which would be to all appearance inflated like the animal figure in No. 6. Soon, however, the slightly coherent casing would be burst, and the gaseous contents would issue freely; the heavier vapours would, of course, to some extent be carried off by the gas, but would mainly settle down in small masses. Such, I think, is the state depicted in the southern protuberance of No. 1.

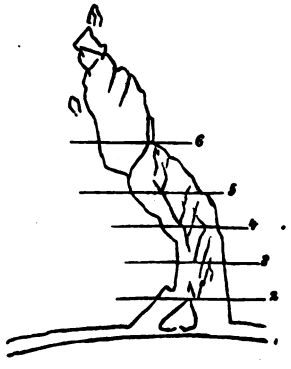
I would now draw attention to Plate No. 1, and the glare and luminous stratum. If that glare be from sunlight, it must, I think, be acknowledged that the remaining ray was but small. The luminous nearly even stratum then is not the sun; but it is intensely bright; so much so, that nowhere is it lost in the solar glare. Its height is but small (I estimate it at 7200 miles) and I believe it to be the mass of heavy luminous vapours, to whose elective absorption we owe the Fraunhofer lines in the Solar Spectrum. At the north end of this stratum near the great horn it is broken into beads of light [2]); and I am disposed to think these are the veritable Baily's beads, of which I have always felt that the description would be difficult to apply to sunlight; I mean the statement which has been made of the light being silvery, etc. If these beads are really phenomena of the absorbing stratum, one can well understand the use of such terms. That will not, of course, apply to the elongation of planetary limbs in transit. It is true that not much of the details of these photographs has a sharply defined outline, but a picture of the moon, taken on August 1st

[1]) These dimensions refer to the projections on a plane perpendicular to the visual ray.

[2]) This is the same place, where Capt. Branfill saw beads.

shows that the focus was then perfect; and it was unchanged. Besides the fine markings here and there in No. 1 S. protuberance, Nos. 2 and 3 flare etc. could hardly be seen, if there were a sensible want of focussing, and I think one could hardly expect the surfaces of such masses as I have supposed these prominences to be, to have sharp definition under a high power. Captain Branfill's power was 30, which would have made the apparent diameter of the moon 17°0. If we take this in another form, and to compare it with the photographs, consider what sized image would give this angle at the ordinary distance of vision (10 inches), we find the diameter would be 2·989 inches; now my original photographs are 0·75 inches, and very little definition is lost in their enlargement to $2^1/_2$ inches diameter. I do not think, then, that Captain Branfill's account is irreconciliable with what I have taken from the photographs.

Fig. 2.



In the margin is a copy of an outline of the great horn, as drawn by myself with the camera lucida (roughly) from photograph No. 1, aided somewhat by the others as to the boundaries of the top. On it the successive images have been superposed, and the bases showing the successive positions of the moons limb marked. A comparison of the spaces between these with the elapsed intervals between the photographs would, I think, prove conclusively, were any doubt existent, that the horn was gradually covered up by the moon. A similar process with the S. protuberance produces a like result, but the want of marks of reference makes the evidence less satisfactory.....

Since writing and despatching this Paper, I have heard of the proceedings of others, and learnt some of their results.

It is clear from what others have seen, that I may have been mistaken in the absolute identity of the yellow line, which I have called *D*, and ascribed to sodium, and the green line, which I have identified with *b*, seems not to have been seen since. By the same mail which brought me the last proofs of this paper I learn that Mr. Lockyer has also in an exceptionally tall prominence, seen evidence both of sodium and barium, and as to the *b* line the existence

of one in this neighbourhood is confirmed by Mr. Janssen, also at Guntoor and M. Stephan [1]), in Siam. When I looked at these lines on first closing the jaws of the spectroscope slit, the line *C* appeared single; that I have called *D* as if more sharpness would have made it double; and the *b* line like three run together. This progressive multiplication seemed to me a delusion, and before taking the second readings of solar dark lines, or attempting identification, I had made up my mind that the dubious description best suited my impressions. When however I compared the readings, I found that there might have been no delusion; and as I think any one else would have done, identified the lines, though I did not think myself justified in altering my description, of which a note was shortly made to prevent change in it. It seems now not impossible that *D* and the usual line may jointly have been concerned in my impression of the line at 238 divisions on my scale.

Notice has been taken of my after-identification of *F*. By the line *F* it was necessary to adjust the focus of telescope and scale: it was the last line of one set of readings made before the eclipse began, and the first of the next; in each case being near the limit of distinct vision. This circumstance drew my attention to its position and appearance on the day of the eclipse as on previous occasions, when I had examined the lines. I was, therefore, in a position to say, that from these marks the line I saw, and which I had some trouble in trying to connect with the scale, was very near *F*. When I found *C* was clearly seen, the conclusion that my line was *F*, its companion in the hydrogen-spectrum, was so obvious as I think to justify the words I have used.

I purpose now to make some remarks on the theory which I have ventured to put forward, and I begin with noting that the observations in Siam are, according to the report I have seen, strongly confirmatory of my view of the great horn. The observer mentions that some of the lines extended over a part only of the length of the slit (width of the spectrum), when it was in the direction of the great horns lenght, and I deduced from the description that the lower part of the horn showed most lines, a result which I had anticipated.

---

[1]) Eigentlich Rayet (Weiß).

Accounts which have reached me of the opinions of some eminent men have led me to consider my theory. I have heard of none similar, and what I have now to say is rather in explanation and amplification of the statement in the paper than in modification. There is, I believe, a gaseous atmosphere to the sun, sufficiently dense to reflect the solar light. It seems to me, that, though some portion of the coronal phenomena, may be terrestial, yet the flare is not so; and the observations of polarization point to a very different angle of incidence on the reflecting particles from any that is consistent with reflection in the atmosphere. Indeed, where the line traversed by the ray is so nearly straight, the polarization if sensible would, I think, rather be that of a ray which has passed through a bundle of plates or at right angles to the plane in which both Captain Branfill's and Lieutenant Campbell's observations show that it is.

Hydrogen issuing from the solar surface would be intensely heated, and I think, would be greatly condensed. In this state it would, were there no atmosphere, rapidly expand absorb its heat, and become invisible, so that the existence of any visible prominence would become, I think, impossible; above all, it would be difficult to account for one of the enormous height of the great horn, and if that was really revolving and the dispersive effect of centrifugal force added to other causes, the difficulty is increased. But if there be a dense athmosphere, as I have supposed, then the resistence offered by it to the diffusion and expansion of the issuing gas would prevent its becoming instantaneously invisible. I think the gas would be constantly dissipating from the upper surface of Mr. Lockyer's Chromosphere, and becoming invisible while it would be supplied from below. A prominence, then, wether enclosed in an envelope of vapour or no, would not be the whole extent of the hydrogen, which is seen in it, but a form dependent on the relative amounts of supply and dissipation above and arround for its outline and size, and within which the heat of the gas is enough to make it visible; of course this form would vary with every circumstance of supply and state of the solar atmosphere.

It is true, this theory calls for an immense evolution of hydrogen, and both this and the destination of the gas must be settled before it can be finally accepted as true; but meanwhile it, I think

explains more than any I have seen, and may serve till some facts entirely inconsistent with it are found. . . . .

Aus dem vorläufigen Berichte von Major J. F. Tennant (Monthl. Not. Roy. Ast. Soc. XXVIII 246) sei hier noch folgende Notiz beigefügt.

. . . . Captain Branfill saw the prominences coloured, as did two other gentlemen, but one in my observatory (like myself) only saw it white. I should, however, say that for long I never saw α Orionis markedly red, nor Antares, and I may not catch red soon, though I cannot conceive its being so.

In conclusion, I may note, that the darkness was very slight, and the colour not half so gloomy as in the eclipse of 1857, which was partial at Delhi, where I was then.

B. Expédition de l'Académie des sciences et du bureau de longitude.

Rapport de **M. Janssen** [1]).

Monthly Not. Roy. Astr. Soc. XXIX, p. 154—161.

. . . . Les fentes spectrales de l'appareil de 6 pouces sont rigoureusement tenues en contact avec la portion du limbe lunaire, que va éteindre les derniers rayons solaires de manière que ces fentes soient amenées par la lune elle-même dans les plus basses régions de l'atmosphère solaire, quand les deux disques seront tangents.

L'obscurité a lieu tout-à-coup, et les phénomènes spectraux changent aussitôt d'une manière bien remarquable.

Deux spectres formés de cinq ou six lignes très-brillantes, rouge, jaune, verte, bleue, violette, occupent le champ spectral et remplacent l'image prismatique solaire qui vient de disparaître. Ces spectres, hauts d'environ 1′, se correspondent raie pour raie; ils sont séparés par un espace obscur où je ne distingue aucune raie brillante sensible.

Le chercheur montre que ces deux spectres sont dus à deux magnifiques protubérances qui brillent maintenant à droite et à gauche de la ligne de contacts où vient d'avoir lieu l'extinction.

[1]) Vorläufige Berichte finden sich Comptes rendus hébdom. des séances de l'Académie des sciences LXVII p. 494 et 838; Bulletin Hébdomadaire de l'Association scientifique de France IV, p. 291.

L'une d'elles surtout, celle de gauche, est d'une hauteur de plus de 3′; elle rappelle la flamme d'un feu de forge sortant avec force des ouvertures du combustible, poussée par la violence du vent. La protubérance de droite (bord occidental) présente l'apparence d'un massif de montagnes neigeuses dont la base reposerait sur le limbe de la lune et qui seraient éclairées par un soleil couchant. . . . .

L'observation précédente montre immédiatement:

1. La nature gazeuse des protubérances (raies spectrales brillantes).

2. La similitude générale de leur composition chimique (spectres se correspondant raie pour raie).

3. Leur espèce chimique (les raies rouge et bleue de leur spectre n'étaient autres que les raies *C* et *F* du spectre solaire caractérisant, comme on sait, le gaz hydrogène).

Je reviens maintenant à l'espace obscur, qui séparait les deux spectres protubérantiels. On se rappelle qu'au moment de l'obscurité totale les fentes spectrales étaient tangentes aux deux disques solaire et lunaire; elles traversaient donc les régions circumsolaires immédiatement en contact avec la photosphère, régions où la théorie de M. Kirchhoff place l'atmosphère de vapeurs, qui produisent par absorption élective les raies obscures du spectre solaire. Cette atmosphère de vapeurs, quand elle brille de sa lumière propre, doit, suivant la même théorie, donner le spectre solaire renversé, c'est-à-dire uniquement formé de raies brillantes. C'est le phénomène que nous attendions, ou du moins que nous cherchions à vérifier, et c'est pour rendre cette vérification décisive que j'avais accumulé tant de précautions. Mais on vient de voir que les protubérances seules donnèrent des spectres positifs ou à raies brillantes. Or, il est bien constaté que si une atmosphère formée des vapeurs de tous les corps qu'on a reconnus dans le soleil existait réellement autour de la photosphère, elle eût donné un spectre au moins aussi brillant que celui des protubérances, formées de gaz beaucoup plus subtils et dès lors moins lumineux. Il faut donc admettre, ou que cette atmosphère n'existe pas, ou que sa hauteur est si faible qu'elle a échappé aux observations.

Je dois dire, au reste, que ce résultat m'a peu surpris. Mes études sur le spectre solaire m'avaient amené à douter de la réalité d'une importante atmosphère autour du soleil, et je suis de plus en

plus porté à admettre que les phénomènes d'absorption élective rejetés par le grand physicien d'Heidelberg dans une atmosphère extérieure au soleil ont lieu au sein même de la photosphère, dans les vapeurs où nagent les particules solides et liquides des nuages photosphériques. Cette manière de voir serait non-seulement en harmonie avec la belle théorie que nous devons à M. Faye sur la constitution de la photosphère, mais il semble même qu'elle en découle d'une manière nécessaire.

En résumé l'éclipse du 18 août a montré, suivant moi, que la constitution du spectre solaire est insuffisamment expliquée par la théorie admise jusqu'ici, et c'est dans le sens indiqué ci-dessus que je propose de la réviser.

Pendant l'obscurité totale, je fus frappé du vif éclat des raies protubérantielles: la pensée me vient, aussitôt qu'il serait possible de les voir en dehors des éclipses; malheureusement le temps qui se couvrit après le dernier contact ne me permet de rien tenter pour ce jour-là. Pendant la nuit, la méthode et ses moyens d'exécution se formulèrent nettement dans mon esprit. Le lendemain 19, levé à 3 heures du matin, je fis tout disposer pour les nouvelles observations.

Le soleil se leva très-beau; aussitôt qu'il fut dégagé des plus basses vapeurs de l'horizon, je commençai à l'explorer. Voici, comment je procédai. Par le moyen du chercheur de ma grande lunette, je plaçai la fente du spectroscope sur le bord du disque solaire dans les régions mêmes où la veille j'avais observé les protubérances lumineuses. Cette fente placée en partie sur le disque solaire, et en partie en dehors donnait, par conséquent, deux spectres, celui du soleil, et celui de la région protubérantielle. L'éclat du spectre solaire était une grande difficulté; je la tournai en masquant dans le spectre solaire le jaune, le vert et le bleu, les portions les plus brillantes. Toute mon attention était dirigée sur la ligne *C*, obscure pour le soleil, brillante pour la protubérance, et qui, répondant à une partie moins lumineuse du spectre, devait être beaucoup plus facilement perceptible.

J'étais depuis peu de temps à étudier la région protubérantielle du bord occidental, quand j'aperçus tout-à-coup une petite raie rouge, brillante de 1′ à 2′ de hauteur, formant le prolongement rigoureux de la raie obscure *C* du spectre solaire. En faisant mouvoir la fente du spectroscope de manière à balayer méthodiquement la

région que j'explorais, cette ligne persistait, mais elle se modifiait dans sa longueur et dans l'éclat de ses diverses parties, accusant ainsi une grande variabilité dans la hauteur et dans le pouvoir lumineux des diverses régions de la protubérance.

Cette exploration, fut reprise à trois reprises différentes et toujours la ligne brillante apparut dans les mêmes circonstances. M. Rédier, qui m'assistait avec beaucoup de zèle dans cette recherche la vit comme moi, et bientôt nous pûmes même en prédire l'apparition par la seule connaissance des régions explorées. Peu après je constatai que la raie brillante *F* se montrait en même temps que *C*.

Dans l'après-midi, je revins encore à la région étudiée le matin; les lignes brillantes s'y montrèrent de nouveau, mais elles accusaient de grands changements dans la distribution de la matière protubérantielle; les lignes se fractionnaient quelquefois en tronçons isolés qui ne se réunissaient pas à la ligne principale, malgré des déplacements de la fente d'exploration. Ce fait indiquait l'existence de nuages isolés, qui s'étaient formés depuis le matin. Dans la région de la grande protubérance je trouvai quelques lignes brillantes, mais leur longueur et leur distribution accusaient, là aussi, de grands changements.

Ainsi se trouvait démontrée la possibilité d'observer les raies des protubérances en dehors des éclipses et d'y trouver une méthode pour l'étude de ces corps.

Ces premières observations montraient déjà que les coïncidences des raies *C* et *F* étaient bien réelles, et dès lors que l'hydrogène formait en effet la base de ces matières circumsolaires. Elles établissaient en outre la rapidité des changements, que ces corps éprouvent, changements qui ne pouvaient être que pressentis pendant les si courtes observations des éclipses.....

En suivant avec beaucoup d'attention les lignes protubérantielles, j'ai quelquefois observé qu'elles pénètrent dans les lignes obscures du spectre solaire, accusant ainsi un prolongement de la protubérance sur le globe solaire lui-même. Ce résultat était facile à prévoir, mais l'interposition de la lune en eût toujours rendu la constatation impossible pendant les éclipses.....

Au point de vue de la détermination de l'espèce chimique, les procédés suivis pendant les éclipses totales comportaient toujours quelque incertitude: en l'absence de la lumière solaire, on était

obligé de recourir à l'intermédiaire des échelles pour fixer la position des raies des protubérances. La nouvelle méthode permet de comparer directement les raies protubérantielles aux raies solaires. Les identifications sont alors absolument certaines.

Au point de vue des résultats obtenus pendant la courte période où elle a été appliquée, la méthode spectro-protubérantielle a permis de constater;

1°. Que les protubérances lumineuses observées pendant les éclipses totales apartiennent incontestablement aux régions circumsolaires;

2°. Que ces corps sont formés d'hydrogène incandescent, et que ce gaz y prédomine s'il n'en forme la composition exclusive;

3°. Que ces corps circumsolaires sont le siége de mouvements dont aucun phénomène terrestre ne peut donner une idée; des amas de matière dont le volume est plusieurs centaines de fois plus grand que celui de la terre, se déplaçant et changeant complètement de forme dans l'espace de quelques minutes.....

VIII.

Beobachtungen in der Nähe von Bezwarra.

$\lambda = 5^h\ 22^m\ 53^s$ O. v. Greenw. $\varphi = +16°\ 21'2$.

Record of the Eclipse of the 18. August 1868, as seen from a hill in the vicinity of „Bezwarra“ on the „Kistna“ river by Mayor **J. Macdonald.**

Proceedings of the asiatic Society of Bengal September 1868. p. 215—218.

(Beobachtungsprogramm, Thermometerbeobachtungen.)

.....During totalily I looked for 3^m through a glass of bright Prussian blue, and thought the appearance of the corona and flames to be then infinitely more beautiful than when seen through the darker glass, or by the naked eye.....

With reference to my remarks on the light during totality, I will record a few of the facts from which I made my comparison.

First. I noticed hills left and right of the flooded valley of the Kistna at distances of three and four miles. They were discernible during the totality.

Secondly. A house painted with a light colour, overlooking the town of Bezwarra, was situated on the side of a hill distant about 2000 yards from my station. Two or three hundred feet higher up, on the face of the same hills, I noticed a precipice of dark rock. Both the light and dark objects remained visible.

Thirdly. I could distinctly see the roofs and walls of all the bungalows in the plain underneath me; also the general outline of the town, the line of the Canal, and as a matter of course, the river beyond the town was clearly discernible; the landscape in this direction varied in objects from 500 to 2500 yards.

Fourthly. Before the eclipse I noted the colours of dark and white cattle grazing in a field, immediatly below my station, and distant about 600 feet in a straight line from that spot. During totality, I could still recognise the difference in colour, and also distinguish a large white stone I had remarked in a field about two yards beyond the cattle.

Fifthly. In the middle of the totality, I could recognise the features of human beings up to 20 yards. I believe I could have recognised the features of a white person as far as 30 yards off.

Only two stars, Regulus and Sirius were visible. The planets Mars and Venus could also be seen. Hazy clouds everywhere, except when dispelled by the sun's rays, prevented numerous stars being seen, which ought to have been visible in the gloom. Still, I must record my opinion, that the accounts I have read of the great darkness of the earth during the progress of a total eclipse, are greatly exaggerated, or at all events are not applicable to eclipses under low latitudes, when the great height of the sun throws such a mass of light to be reflected from the uneclipsed portion of the heaven.....

In the 3rd an 4th quadrants the lenght of rays from the corona were far larger, than from the 2nd and 3rd; the greatest flaming projections rose in those quadrants, so it appears evident that the great mass of light is in the sun's athmosphere, and it is difficult to conceive, that it can be caused by anything except simple combustion, such as we witness in our own fires. (The known motion of the sun through space indicates, that it thus obtains its constant supply of oxygen, and its great rate of progression, rotation and revolution round its orbit of momenta, may be accepted as a sufficient exciting cause of ignition and light in itself.) The brightness of the

corona appears to be due to the dispersion of the sun's rays in our atmosphere.....

The great flame in the fourth quadrant, when viewed through the telescope (power 120) looked at least a third of the moon's diameter. The lights in the third quadrant were not visible after totality; they were golden coloured and were detached from the moon's surface. The outline of the moon was broken round all the edges of its surface.

IX.

Beobachtungen zu Masulipatam.

$\lambda = 5^h\ 24^m\ 46^s$ Ost. v. Greenw. $\varphi = +\ 16°\ 11'6$.

Beginn der Totalität			21^h	34^m	$14^s{\cdot}2$	mittl.	Zeit	Mas.
Ende	„	„	21	40	5·8	„	„	„

Report of the Government Astronomer (N. R. Pogson) upon the proceedings of the observatory, in connexion with the total eclipse of the sun on August 18th, 1868, as observed at Masulipatam, Vunpurthy, Madras, and other stations in southern India.

(Historisches, Beobachtungsplan, Contactmomente, Fleckenbedeckungen, Hörnermessungen, Einfluß der Finsterniß auf Thiere, Barometer- und Thermometerlesungen zu Masulipatam und Vunpurthy: meteorologische und magnetische Beobachtungen zu Madras, Contactmomente und Fleckenbedeckungen notirt zu Madras, Trevandrum, Colombo; Sternbedeckungen beobachtet in Madras und Masulipatam.)

1. **N. R. Pogson.** (Fernrohr $3^3/_4$" Öffnung, 60" Brennweite, Vergrößerung 52.)

.....The time of first contact was lost, but it is quite certain, that no trace of the moon was discernible before its entry upon the sun's disc. The remarkably serrated or notched outline of the moon's edge was strikingly conspicuous and immediatly suggestive of the true explanation of the well known appearance termed Baily's Beads. .....The total extinction of sunlight was far from instantaneous. The peaks of the mountains seen along the edge of the moon's limb, divided the final thread of sunlight into unequal lengths, for more than a second before the actual commencement of totality. This was of course the phenomenon termed „Baily's Beads", and I can well understand why, upon the same occasion, some do and others do not

see this most ordinary and inevitable appearance. The eye, that can most rapidly accomodate itself to changes of intensity (not necessarily the better vision), will catch this brief but conspicuous inequality in the covering up of the sun's limb, while others will either entirely fail to remark it, or will receive a vague impression of beads or drops in relative motion, as the involuntary adjustment of the sight keeps pace more or less with the rapidity of the changes to be seen. At the disappearance I remarked three distinct fixed breaks in the vanishing limb, but at the reappearance a complete string of points, momentarily uniting to form the line of light at the sun's western limb. If the duration of the beads seen at immersion be assumed at a second and a quarter, I do not think that of those visible at the opposite limb exceeded a quarter of a second, so instantaneous was the formation of the complete limb at reappearance; but with the exception of two prominent notches, the receding moon's limb was far less deeply serrated, than her advancing limb, which accounted for the shorter duration described in the latter case.

Coincidently with the last ray of sunshine flashed into view those most wonderful objects, the colored prominences; one especially, of extraordinary length and figure, conspicuous even to the naked eye, at the E. by N. point of the sun's disc, like a nearly straight finger, very slightly inclined eastward from a radial line, with a detached portion at the extremity, nearly at right angles to, and a little above the trunk of the prominence. It was, at the first moment of its magical apparition, of a salmon or straw colour, with the faintest idea of pale pink at its upper extremity, but the space between the trunk and bent arm was unmistakeably sky blue. I turned the micrometer upon it immediately, and at about $9^h\ 35^m$ or three-quarters of a minute after the commencement of totality determined its height to be 199″4. Its angle from the sun's north point was 77·7 degrees. During the brief time of measurement its colour was perceptibly changing to a beautiful blush rose tint, and I quitted the telescope with regret, to turn to the spectroscope, my results with which instrument will be found further on. Before leaving the micrometer, however, I saw three other prominences: two separated by a space of about 3′ near the SE. by E point of the disc, pretty conspicuous, and of a pale red color; and one broad, but low, of a deep rose color, at the W- by N- point, the precise position of which

I also measured 283° from north point reckoned as usual eastward round the sun's disc. Upon returning from the spectroscope about one minute before the reappearance of sunlight I was astonished at the vividly intense crimson which all the prominences had assumed, and by the appearance of an irregular but continuous chain of them extending northward from the one last named, over an extent of upwards of 70° of the sun's disc. This ridge, or crimson fringe of prominences, was visibly increasing in apparent height as the moon receded, while the long finger one, at the opposite limb, had been encroached upon, and to a great extent covered by the advance of the moons disc over it. Its colour, though rich red was far less vivid, than that of the increasing prominences on the western side of the disc. The first flash of returning sunshine obliterated all the western prominences, but after recording the time of reappearance, I still saw and again measured the height of the long eastern prominence 28ˢ after the end of the totality. It had remained apparently fixed, and time was too precious to be lost in any attempt at exact adjustment, so with the micrometer wire some few degrees eastward of being a tangent to the sun's limb at its base, i. e. with the angle of position 84°6. I found its height to be only 42″3, which, allowing for the 6°9 of eastward inclination of the micrometer wire, would give its perpendicular height as 49″5 from the moon's limb. The question, as to whether these prominences belong to the sun, or to the moon, has long since been decided in favour of their purely solar origin; but this observation alone, shewing the moon's encroachment upon the large eastern prominence, would have established their true relationship incontestibly, had any doubt still remained upon this point.

Of the corona I regret to be able to give little or no account, my time and attention having been so completely taken up with the micrometrical and spectroscopical measurements of the prominences. I cannot even say whether it came immediately or gradually into view in the telescope, but its light was of a pure white, silvery nebulous nature for 2′ or 3′ from the moon's limb, when its homogeneous appearance ceased, and it seemed to radiate from the sun's centre until lost in the surrounding hazy sky. To the naked eye, however, a hasty glance, while passing from one telescope to the other, exhibited two long and broad radial arms of unequal length,

and two others, considerably shorter, nearly, but not quite perpendicular to the former pair; but in what direction these singular radial arms lay, I had no time to note, and recollection would not serve me safely to assert. I saw no trace of the corona either with the naked eye or with the telescope, after the first flash of returning sunlight. Nothing surprised me more than the unexpected light, given, I suppose by the corona, for it could be from no other source. I expected a very considerable amount of darkness, such at least as to render lamp-light absolutely necessary, whereas, though provided with a bull's eye lantern in readiness, I found not the slightest need of it, whether for entering my records, reading them, or taking the seconds off my chronometer dial. The lamp was only wanted to read the small divisions upon the silvered circles of the micrometer and spectroscope. I estimated the intensity of light as at least four times that of full moonlight. Distant houses, trees, and a native cooly gardener at work were never in the slightest degree indistinct. I have frequently seen a much deeper gloom cover the landscape before a storm, both in England and out in India ..... Between the light hazy clouds many stars were visible. Venus, Mercury, Castor and Pollux caught my eye instantly, with a brilliancy which satisfied me that all stars down to the third magnitude ought to be distinctly seen wherever the sky was clear. I had a strong impression of seeing Orion also through light clouds, but had no time to verify stars, so left them for others to record.....

Beobachtungen mit einem Spectroskope von Troughton und Simms an einem fünffüßigen Refractor von 4" Objectivöffnung.

.....The points to be decided were — first, the nature of the visible spectrum, whether continuous or broken by lines, secondly, whether such lines if visible, were black as in the solar spectrum, and lastly if time permitted, to determine the positions of the lines seen, so as to verify the actual kinds of gas, to which the bright lines referred. The corona and the red prominences each required examination, and as every body seemed to feel far more interested in the latter than in the former, I decided upon confining my own attention to the corona exclusively. A little before 9 A. M. when the partial phase was well advanced, I turned the spectroscope upon the sun, and took the micrometer readings of seven known lines of the ordi-

nary spectrum, agreeably to Mr. Huggin's instructions. I had previously taken care to have the equatoreal stand in tolerable adjustment, and side by side with the Smythian telescope employed for the other class of observations. After measuring the long prominence as before described about one minute after the beginning of totality, I directed the finder of the spectroscope telescope to a part of the corona on the sun's southern limb as clear of any visible prominences as possible. A faint light was seen, scarcely coloured, and certainly free from either dark or bright lines. While wondering at the dreary blank before me, and feeling intensely disappointed, some bright lines came gradually into view, reached a pretty considerable maximum brillancy, and again faded away. Five of these lines were visible, but two decidedly superior to the rest. A turn of the right ascension tangent rod immediately brought back the welcome lines, and by manipulating it with one hand and the spectroscope micrometer with the other, the readings of the two brightest were secured. It struck me as strange, that these brightest lines should appear at a part of the spectrum not corresponding to any very conspicuous dark lines in the solar spectrum, but not having Kirchhoff's chart in my possession, I must leave it for my scientific friends at home to decide upon the interpretation of the measures obtained. The third line seen, in order of brillancy, must have been either coincident with, or very near the place of the sodium line *D*, but it was much fainter than the two measured; while the fourth and fifth lines were extremely faint, and about as close as *E* and *F*, but I estimated them to be somewhere near the position of Fraunhofer's *F* in the solar spectrum. The fact of bright lines being seen at all, shows that the red prominence which produced them was composed of incandescent gas, but whether similar to any of our known terrestrial elements or otherwise, it would be premature for me to offer any opinion. The red prominence under observation in my spectroscope was not the long one, which most other observers naturally singled out for examination, but one of the two seen side by side about the SE. by E. point of the moon's black disc. I remeasured the seven ordinary lines of the solar spectrum about the same time on the following morning, and also repeatedly since my return to Madras, the extreme difference in any case being four divisions of the micrometric scale

for the lines *A* and *C*. The scale numbers (a mean of the two Masulipatam readings) were as follows:

A = 1513 in the deep red.
C = 1547 in the bright red.
D = 1639 in the yellow.
E = 1782, *f* = 1785 both in the green.
F = 1873 in the blue.
G = 2055 in the deep blue.

The two brightest lines were situated, the most conspicuous at 1743, and the other at 1763.....

2. **C. G. Walker.** (Fernrohr 2½" Öffnung, 28" Brennweite; Vergrößerung 35, terrestrisches Ocular.)

.....The crescent was now (9^h 32^m) very small, and the telescope carefully focussed on the moon's limb showed it to have a very markedly serrated edge. Upon the most prominent of these serrations I now fixed my attention, when, beginning at the cusps, the crescent rapidly broke up into bits, and all was dark. Absorbed in watching and keeping my time, I had omitted to slide off my dark glasses, which, however, hardly many seconds before, I had found it impossible to dispense with. As I slid these off.....the first thing which struck the eye was the long, finger-like prominence, projecting from the lower (east) limb of the disc, a little to the left; and on the right side two rounded prominences, at some distance from each other. These were of the most delicate tint of blush rose colour, and were backed by the silver light of the corona. I made a rapid attempt to measure the position and magnitude of the larger prominence, and obtained the elevation well. But I found that the moon's black disc was moving rapidly over the lower protuberances, and so sketching them, the large one very carefully, I turned to the upper limb. Here occurred my mishap [1]) with the telescope, and I lost much time, besides deranging the zero of my position circle, but the protube-

[1]) Die Mikrometerschraube am Höhenkreise hatte sich gesperrt, und beim Bemühen, sie wieder in Ordnung zu bringen, kippte das Fernrohr um.

rances on this limb were very rapidly uncovering. There were visible three peaks on the left and a small rounded protuberance on the right of a deeper tint of the same rose colour. The moon's apparent motion seemed to become more rapid, and the small round mound to the right suddenly grew into a long ridge of peaks and rounded points, extending over at least 60° of the limb. This had hardly burst fully into view, when, as in a moment all, vanished; a string of glittering points burst out; in another moment coalescing into a perfect crescent of light, and a distant shout of many voices from the town welcomed the sun's return.

The angle of position of the south edge of the long lower protuberance was lost, owing to the upsetting of my telescope; but as it was some distance to the left of the lowest point of the sun's disc it could not be far from 80°. Its height was 3′ 12″.....

The prominences were, so far as any movement was concerned, apparently solid, but not more solid than the evening wrack usually is. Their colour in relief on the pure silver behind (for it appeared behind) gave the prominences a very beautiful effect. I have attempted to delineate them as accurately as I can, and the shape of the large one is very fairly accurate. In its head there seemed to be three holes right through, showing a clear blue behind. The large aperture was at the bend of the head almost forming a crescent, and the other two were thin slits, with sides parallel to the convexity of the larger aperture. The impression made was, that they were holes through the cloud or flame or whatever it may be.

The other prominences had no peculiarities. I did not see the red flames before or after totality.

The corona was of a singularly pure white light, less brilliant at its outer edges. It seemed radiant, shot out from the sun's disc; the radial character being most strongly marked as the edges were approached. I saw no apparent movement. Taking the apparent position of the disc, as before, there was a strongly projecting branch of the corona at about 35° from the centre of the upper limb on the left, and exactly opposite, i. e., on the lower right hand side, a less prominent arm or branch. At about 60° from the centre of the lower limb, there was another projection, rounded, not pointed, and a similar one exactly opposed to it. The respective angles of position I estimate at about 315° for the larger branch, 135° for the smaller

one, and 40° and 220° respectively for the other two. But I speak with diffidence about the corona. As I said, I regretted the high power I had on my telescope, and it was because I could not command, as it seemed to me, the whole corona at once. This destroyed my clear idea of its shape, although its colour and texture were well seen.

The formation of Baily's beads was very clearly seen. The excrescences on the lunar disc visibly first passed over the solar limb and obscured each its portion, while the depressions still remained clear, forming apparently rectangular bits of light, and in the re-appearance the phenomenon was equally clear. The disc of the moon was intensely black, and I could not detect a speck upon it.

The darkness was not great; it was rather gloom than darkness. I had a lighted candle on a table behind my right shoulder, and wrote on a board on my knee, and at about 28 inches distance the candle flame threw my fingers in clear shadow on the white paper, but I wrote and read my watch by natural light.

The extensive masses of clouds no doubt accounted in a degree for the light, reflecting it, as they did from clouds beyond the shadow curve.....

3. **G. L. Winter.** (Fernrohr 2½' Öffnung, 28' Brennweite, Vergrößerung 40, terrestrisches Ocular.)

.....As the moon advanced, the irregularities of its edge were very striking. I could not observe any penumbra on the sun's disc beyond the moon's limb.

I observed the so-called Baily's beads very cerefully. Just before totality, the crescent was broken up into small spots of light; each of these spots, however, had well defined edges, and was quite stationary with respect to the moon's edge. They appeared first where the crescent was thinnest, namely at its extremities, and disappeared as the moon advanced, successive portions being broken up as the crescent diminished.

The perfect definition of these spots, which were of irregular shape; the perfect absence of all motion with respect to the moon; and their gradual disappearance as she advanced, leave no doubt

upon my mind as to their being entirely due to the irregularities on the surface of the moon, seen of course in profile.

The corona seemed to burst into being at the first moment of totality. Its colour was silvery white. It was slightly mottled near the sun, and nearer to its edges was beautifully striated, radially from the sun. At four points, namely, about NE., NW., SE. and SW., it extended to a greater distance from the sun than at other parts, the branches from the NW. and SE. being much the longest and most conspicuous.

I had not time to observe the red flames properly, but my attention was especially drawn to one at the left hand lower extremity. It was long, narrow, and curved; its concave side being towards the south. Its edges were well defined, and its colour was rather deep rose. Its position angle was estimated to be about 70° from the north point of the sun's disc.... Another red flame I observed about 130° from the north.

After about two minutes observations with the erect-eye-piece the negative eye-piece and Savart's polariscope were used. The corona was very strongly polarized in a plane passing through the centre of the sun. The bands were extremely vivid, more so, than I have observed in a clear sky. I tried several portions of the corona, and in all the white central band was brightest, when it corresponded with the sun's radius, and the black band was equally marked when the bands were tangential to the limb. There was not sufficient time fairly to test the red flames for polarization.

The fact that the light from the corona was polarized, proves that it shines chiefly, at all events, by reflected light; and the plane of polarization being everywhere radial to the sun, makes it as certain that its light is derived therefrom. This being so, from the great amount of polarization observed, we may conclude that the corona is caused by an atmosphere surrounding the sun, and reflecting the solar light....

4. **J. Sharp.** (Fernrohr 2½" Öffnung, 42" Brennweite, Vergrößerung 40.)

Three protuberances were noticed. The one first seen was to right of the vertex, and it continued visible throughout, even to the naked eye. It appeared like a long knife, very brilliant and gradually

became pinkish. Another, on the left of the vertex, was soon lost to sight. The third, a little to the right of the lowest point of the disc, only appeared towards the end of the totality; it was redder than the large one, and also visible to the naked eye. The outlines of all were well defined, and varied in shade.

The corona was not of uniform brightness, and in parts the rays appeared streaming, as in the Aurora Borealis, but its appearance was not altered, by the progress of the moon during the totality. Bright spots were seen on the moons western limb, just before the sun's re-appearance. The first break of restored sunlight seemed intensely bright, and just after the re-appearance a narrow rim of shaded colours, mixing from red to yellow on the west, and merging into blue and purple on the south, appeared to surround the moon's disc on those sides.....

The planets Venus and Mercury were distinctly seen; the former was very bright and visible for some time before and after the totality. One native near me saw four stars, and many three. Some elsewhere conuted six, and one noticed Mars.....

X.

Beobachtungen zur See am Bord des Dampfers Rangoon.

$\lambda = 5^h\ 35^m\ 40^s$ O. v. Greenw. $\varphi = +16°\ 44'$.

Observations of the Total Solar Eclipse of August 18, 1868. By Captain **Henry Welchmann King.**

Proceedings of the Royal Society XVII., p. 127.

(Fernrohr 3" Öffnung, 60" Brennweite.)

The weather was cloudy throughout, but the clouds were thin, so much so as to allow two or three stars to be seen durnig the time of totality.

The corona exhibited itself quite suddenly on the instant of first totality. It presented the appearance of a golden-yellow brightness, of no very intense brillancy. It disappeared as suddenly as it appeared, on the first sign of the retiring sun. The flames or prominences became visible simultaneously with the corona. The first of

these was visible during the whole period of totality by ordinary glasses. The prismatic colours to the eastward of the flame, I did not see myself, and cannot vouch for them. .... The second flame I did not observe in the early stages of totality, though it may have been visible... It was not so brillant as the others, though more extended. Entire power of totality extended over $2^m\ 48^s$.....

The paper was accompanied by four coloured sketches, the first representing the positions of the sun and moon, with the spots on the former, at an early stage of the eclipse.. .. the remaining three reprensenting different stages of the totality. The second figure shows a red prominence about 25° to the left or east of the lowest point, with a smaller green prominence, also in contact with the moon, a little distance to the east of it. The third shows a red prominence about 30° to the right of the lowest point. The fourth figure shows a broad prominence a little to the left of the highest point.

XI.

Beobachtungen zur See, am Bord des Dampfers Labourdonnais.

Auf der Fahrt von Madras nach Calcutta.

Sur l'éclipse de Soleil du 17 août. Rapport adressé au Ministre des Finances et transmis à M. le Maréchal Vaillant, président du Bureau des Longitudes par **M. Rapatel**, commandant du paquebot le Labourdonnais.

Comptes rendus hébdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences T. LXVII., p. 800.

.... Enfin le dernier filet de Soleil disparaît, et nous jouissons pendant $5^m\ 57^s$ d'un spectacle splendide.

L'auréole nous présente de longs rayons rectilignes.

J'ai inutilement cherché à voir des traces de lumière zodiacale; de même qu'il m'a été impossible avant la totalité de distinguer le bord de la Lune en dehors du disque solaire.

Les protubérances d'un rose tendre ont apparu presque immédiatement dès que l'éclipse totale a eu lieu. Quelques officiers pré-

tendent qu'une des protubérances empiétait sur le cercle noir de la Lune, ce que je n'ai pas constaté par moi-même.....

Quant aux bandes lumineuses parallèles, séparées l'une de l'autre par des espaces obscurs, il ne s'en est nullement formé.

Le dessinateur a pu parfaitement dessiner. J'ai facilement lu les caractères d'imprimerie les plus fins, et un officier a pu lire les divisions d'un sextant. Toute ombre a disparu dès l'éclipse totale et l'auréole n'en a donné aucune.

Dès que l'éclipse fut totale, tout le monde a signalé trois étoiles: l'une d'elles disparut presque aussitôt dans la brume; les deux autres, dont une très-brillante, étaient au zenith et furent visibles pendant toute la durée de l'éclipse totale. Sans le voile brumeux, qui régnait dans l'atmosphère, on eût vu beaucoup plus d'étoiles.

La fin de l'éclipse totale s'annonça soudainement à tous les regards par l'apparition d'une nappe de lumière, d'un violet magnifique, qui dura à peine deux secondes, précédant le disque du Soleil, qui reparut aussitôt. De protubérances, il n'en était plus question. En un instant, nous fûmes inondés par la lumière du Soleil, qui nous sembla avoir presque de suite toute son intensité, au lieu d'augmenter graduellement, comme elle avait diminué dans la première période.....

XII.

Beobachtungen zu Wha-Tonne.

$\lambda = 6^h\ 39^m\ 8^s$ O. v. Greenw. $\varphi = +11°\ 42'6$.

Rapport sur l'observation de l'éclipse de Soleil du 18 Août 1868 par M. Stephan.

(Historisches; Beobachtungsprogramm, Beobachtung von Fleckenbedeckungen; des Einflusses der Finsterniss auf Thier- und Pflanzenwelt; geographische Ortsbestimmung von Wha-Tonne und Saïgon; Spectraluntersuchungen südlicher Sterne; meteorologische und magnetische Beobachtungen zu Wha-Tonne.)

Stephan beobachtete an einem Foucault'schen Fernrohre von 40 Centimeter, Tisserand an einem von 6 Zoll Öffnung.

.... Le 16, M. Pierre, (l'infatigable naturaliste, qui a créé à Saïgon un riche jardin botanique) nous avait laissés pour aller explorer les montagnes de Kow-Luang au point de vue de ses études particulières. Je l'avais prié de gagner le sommet le plus élevé au moment de l'éclipse et de noter l'apparence générale du vaste horizon qu'il aurait sous les yeux, ainsi que les effets produits sur les plantes et sur les animaux.

Enfin, le jour de l'éclipse arriva. La matinée fut assez belle: quelques légers nuages seulement traversaient l'atmosphère. Venant de la Sarthe à terre vers sept heures du matin, M. Letourneur avait aperçu de sa baleinière, avec une très-grande netteté, la lumière cendrée de la lune. Mais, vers neuf heures, le temps commença à se gâter..... Les nuages s'amoncelaient de manière à faire redouter un grain violent..... Tout nous semblait perdu, lorsque, vingt minutes environ avant la totalité et comme par faveur spéciale, le temps commença à s'améliorer. En quelques instants, les nuages s'arrêtent, puis se dissipent peu à peu, et dix minutes après, dans une région assez étendue tout autour du soleil, le ciel devient magnifique.....

Soudain, m'a-t-on dit, comme disparaissait le dernier rayon de soleil, se montrèrent dans tout leur éclat, même à l'oeil nu, la couronne, les gloires et les protubérances; spectacle splendide dont l'apparition fut saluée par un cri contenu d'admiration.

La premier contact intérieur fut observé par MM. Tisserand, Olry, Hatt et Stephan, qui trouvèrent les nombres suivants exprimés en temps moyen de Wha-Tonne:

Tisserand	23h	39m	23s1
Olry	23	39	23·8
Hatt	23	39	35·1
Stephan	23	39	35·9

Ces quatres nombres présentent une remarquable particularité: les deux premiers sont presque identiques; il en est de même des deux derniers; mais la moyenne de ceux-ci et celle de ceux-là diffèrent de 12s1.

Au premier abord, cette discordance semble aussi regrettable qu'étonnante; chacun des deux groupes présente en effet le même degré de probabilité et tout choix entre les deux paraît impossible.

Mais une discussion plus approfondie des détails du phénomène va nous expliquer comment la divergence s'est produite et nous fournir un renseignement imprévu du plus haut intérêt.

Lorsque le contact se produit, la disparition de la lumière n'est pas instantanée; pendant plusieurs secondes, il subsiste, de part et d'autre du point de tangence, un arc brillant très-mince et d'un éclat tellement vif qu'il peut produire une illusion sur la réalité du contact. Cet effet, déjà signalé par M. Le Verrier lors de l'éclipse de 1860, est d'autant plus sensible que la lunette est plus puissante et mieux réglée. Insensible pour M. Olry avec son très-faible instrument, visible pour M. Hatt, très-marqués pour M. Tisserand dans l'équatorial de Câuche, il s'est produit avec tant de netteté pour moi dans le grand télescope, que je n'hésite pas à considérer le globe du soleil proprement dit comme environné d'une couche diaphane, mince et très-brillante, surmontant immédiatement ce que l'on est convenu d'appeller la photosphère.

Or M. Tisserand est sûr d'avoir noté l'instant du contact proprement dit. M. Olry n'a pu voir que ce contact; M. Hatt a continué de compter la seconde jusqu'à la cessation de toute lumière vive, et, quant à moi, distinguant parfaitement le contour extérieur de la couche, j'ai marqué l'instant de son occultation par le bord de la lune. D'après cela, il est manifeste que l'on doit prendre, pour l'instant du contact des deux astres, la moyenne des deux premières observations et, pour l'instant de l'occultation de la couche par la lune, la moyenne des deux dernières. On trouve ainsi:

Heure du deuxième contact.....	23^h	39^m	$23^s{\cdot}45$
Heure de l'occultation	23	39	$35{\cdot}50$

et l'on déduit de la différence de ces deux moyennes que l'épaisseur de l'enveloppe est de 4"4 d'arc, au point considéré.

Il est à noter que le troisième contact a été précédé par le retour de la couche brillante.

J'avais plus spécialement en vue l'examen des protubérances. Elles m'apparurent dans le grand télescope avec une merveilleuse netteté:.....

En *a* on voit une petite protubérance dentelée; en *c* une deuxième presque de même forme, mais de dimensions plus considé-

rables, en *b* une protubérance allongée d'une hauteur extraordinaire, enfin, en *d*, une large plage de protubérances à l'aspect moutonneux.

Tous ces corps, à contours parfaitement tranchés, semblaient tenir au disque de la lune par une base très-nette; aucun d'eux n'était flottant.

Ils me produisirent le même effet, que des flammes. Leur couleur était celle du corail rose, légèrement teinté de violet. La grande protubérance *b* présentait des tons d'intensités différentes, comme si la portion intérieure eût affecté la forme hélicoïdale.....

Un rapide coup d'oeil m'ayant fait juger, que les angles de position ne devaient varier que fort peu durant la totalité, eu égard à l'orientation des protubérances par rapport au diamètre parcouru par le centre de la lune, je m'attachai surtout à multiplier les mesures des hauteurs; les variations de ces dernières ne devant être affectées que d'une manière insensible par de petits changements dans les angles de position. On reconnaît, en effet, que l'angle de position de la protubérance *b* ne varie pas de 5 degrés depuis le deuxième jusqu' au troisième contact; pour les autres, la variation est beaucoup moindre.

Les nombres trouvés sont les suivants:

	Temps moyen de Wha-Tonne			Hauteurs	Angles de position comptés du nord vers l'est.
Protub. *a*	23h	40m	1s	1'52	. .
	23	44	31	0·00	. .
Protub. *b*	23	40	41	2·43	72°8
	23	41	38	2·05	
	23	42	21	1·96	
	23	45	41	1·07	
	23	46	0	0·98	
Protub. *c*	23	44	59	1·78	316·6
	25	45	21	1·76	

La protubérance *c* était visible 15 secondes après la réapparition du soleil.

On a évalué par l'estime que l'angle de la protubérance *a* avec le point de contact était de 10 degrés comptés vers le sud.

L'observatoire était presque situé sur la ligne de l'éclipse centrale; il en résulte que les points où se sont produits le deuxième et le troisième contact sont presque diamétralement opposés.

Nous admettrons, que le centre de la lune a décrit un diamètre du soleil faisant un angle de $23^{\circ}5$ avec le diamètre horizontal, ce qui diffère extrêmement peu de la vérité. Avec cette donnée et les angles de positions inscrits plus haut, il est très-facile de calculer les variations en hauteur des protubérances.

Soit O le centre de la lune,

A celui de soleil,

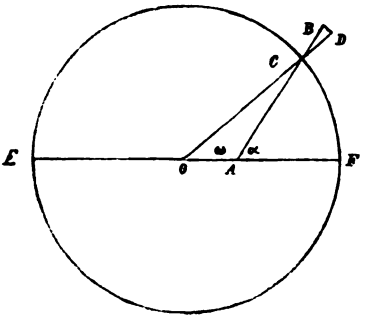
EF, le diamètre décrit sur le disque de la lune par le centre du soleil,

r' le rayon de la lune,

r la distanee du centre du soleil à l'extrémité d'une protubérance,

α l'inclinaison invariable de l'axe de la protubérance sur le diamètre parcouru,

Fig. 3.



ω l'angle compris entre le même diamètre et le rayon de la lune mené à la base de la protubérance.

Ce que l'on mesure c'est la hauteur CD, projection sur OC de la protubérance. Appelons ρ la longueur OD, et désignons OA par μt, le temps étant compté depuis le milieu de l'éclipse, on a:

$$\rho = r \cos(\alpha - \omega) + \mu t \cos\omega$$

En différentiant cette expression, on peut regarder ω comme constant, car la portion de la différentielle, qui correspond à la variation de ω donne:

$$[r \sin(\alpha - \omega) - \mu t \sin\omega]\, d\omega = CB \sin(\alpha - \omega)\, d\omega,$$

ce qui est une quantité absolument négligeable; il reste donc:

$$d\rho = \mu \cos\omega\, dt = \mu \operatorname{cor} \alpha\, dt;$$

si l'on prend la minute pour unité de temps:

$$\mu = 21'18$$

Appliquant cette formule aux nombres observés, on trouve, pour les différences entre les observations successives et la dernière de chaque groupe:

	Observation	Calcul
Protubérance *a*	1'52	1'59
Protubérance *b*	1·45	1·44
	1·07	1.19
	0·98	0·99
	0·09	0·08

L'accord ne saurait être plus satisfaisant, si l'on tient compte de la grossièreté du procédé de mesure. Il nous permet de conclure, que les protubérances sont des dépendances du soleil et non de la lune.

Pendant que j'exécutais ces observations au grand télescope, M. Rayet mettait hors de doute que les protubérances sont des flammes gazeuses.

Ici je lui passe la plume pour décrire son observation.

„L'appareil employé pour l'observation spectrale des protubérances se composait d'un télescope à monture équatoriale de 20 centimètres de diamètre et d'un spectroscope à vision directe.

Le miroir en verre argenté avait été parabolisé par M. Martin, suivant les procédés de M. Foucault.....

La fente du spectroscope étant orientée de manière à couper à angle droit l'image du croissant lumineux très-étroit, qui devait subsister quelques secondes avant l'obscurité totale, j'ai d'abord étudié la lumière de l'extrémité des cornes.

Sur le fond d'un spectre à raies obscures très-nettes, formé par la lumière athmosphérique diffuse, on voyait une bande beaucoup plus lumineuse, qui était le spectre de la lumière émise par l'extrémité de la corne; quel que fût le peu de hauteur de cette partie, on n'y distinguait rien de particulier. Les raies m'ont toujours paru avoir un aspect (largeur et intensité) identique à celui des raies du spectre solaire ordinaire; il ne semble donc pas, que la lumière émise très-obliquement par les bords du soleil diffère notablement de celle du centre, ni que les rayons subissent une modification quelconque en rasant les bords de la lune.

L'observation des cornes a toutefois été interrompue quelques instants avant l'éclipse totale.

Les observations des éclipses précédentes de 1842, 1851 et 1860 ayant laissé beaucoup d'incertitude sur l'intensité lumineuse

des nuages roses, j'ai cru devoir donner à la fente du spectroscope une ouverture un peu plus grande que celle dont je venais de faire usage pour l'examen des cornes; cette largeur était d'ailleurs assez faible pour montrer encore les principales raies noires de Fraunhofer. Dès l'instant de l'obscurité totale, la fente du spectroscope ayant été portée sur l'image de la longue protubérance, qui se montrait alors sur le bord oriental du soleil, je vis immédiatement une série de neuf lignes brillantes, très-brillantes même, se détachant sur un fond uniforme presque noir, ou plutôt d'un violacé très-obscur; aucune trace de spectre coloré donné par la couronne, et pouvant servir de point de repère pour la mesure de la déviation des lignes brillantes. Néanmoins, par leur disposition dans le champ, par leur espacement relatif, par leur couleur, et enfin par la physionomie même de leur ensemble, ces lignes m'ont semblé pouvoir être assimilées aux principales raies du spectre solaire *B*, *D*, *E*, *b* une ligne inconnue *F*, et deux lignes de groupe *G*.

Le résultat prévu, celui que j'espérais vérifier à mon départ de France, se montrait avec une évidence parfaite. La lumière des protubérances analysée par le prisme donne une série de lignes brillantes; ces corps sont donc des amas, des jets d'une matière gazeuse incandescente, les flammes d'un phénomène chimique d'une puissance extrême, car la protubérance examinée avait environ trois minutes, soit à peu près 34.000 lieues de hauteur véritable.

Pendant les observations précédents, la fente du spectroscope était parallèle à la grande longueur de la protubérance; aussi voyait-on dans l'appareil des lignes lumineuses d'une hauteur sensible, en relation directe avec la hauteur de l'image focale de la protubérance. La fente ayant alors été tournée de 90 degrés, les raies se sont trouvées réduites à des lignes très-courtes, presque des points, répondant à la faible largeur de la corne lumineuse considérée. Les lignes brillantes représentent donc bien le spectre de la lumière propre des protubérances, puisque leur longueur change avec l'orientation de la fente.....

Les lignes les plus vives, les plus éclatantes, étaient: la ligne rouge *B*, la ligne jaune *D*. la ligne verte *E*, la ligne bleue *F*, et enfin la ligne violette la plus réfrangible; les autres étaient beaucoup plus faibles et surtout offraient une largeur beaucoup moindre.

Toutes les lignes se terminaient brusquement au point du champ qui répondait au bord de la lune, mais de l'autre côté vers celui de l'image de l'atmosphère solaire, elles se prolongeaient d'une manière inégale.

Les lignes très-vives *D*, *E* et *F* se continuaient au delà de la longueur moyenne par un trait lumineux très-faible qui leur donnait environ une hauteur double des voisines.

Une certaine portion des gaz incandescents qui forment les protubérances (ceux auxquels répondent les lignes *D*. *E*, *F*) se répand donc dans l'atmosphère solaire, au delà des limites, que l'oeil assigne en général à ces expansions [1]).

L'examen de cette protubérance étant terminé je mis la fente sur la région lumineuse qui était à l'occident du soleil. Le spectre était cette fois encore formé de lignes brillantes, disposées comme dans le premier cas; seulement je n'ai vu qu'une seule ligne violette. Toutes les protubérances ne semblent donc point identiques.

Les résultats des observations d'analyse spectrale faites à Wha-Tonne peuvent se résumer ainsi:

1° Les protubérances sont des amas de matières gazeuses incandescentes et apartiennent par suite d'une manière incontestable au soleil. Jusqu'à ce jour, ce résultat avait été soupçonné par quelques astronomes, mais on n'en avait aucune preuve expérimentale directe.

2° Le soleil est enveloppé par une atmosphère gazeuse, incandescente en quelques-uns de ses points (protubérances), et dont la hauteur minimum, égale à la hauteur à laquelle peuvent s'élever les protubérances, est de trois minutes environ.

---

[1]) Depuis l'époque de notre retour en France, nous avons pu, à l'exemple de MM Janssen et Lockyer, voir dans l'atmosphère du soleil les principales lignes brillantes du spectre des protubérances. Nous avons constaté que l'atmosphère solaire dans la région des protubérances n'était pas identique à toutes les hauteurs. Ainsi, quand la fente du spectroscope pénètre dans des couches de plus en plus profondes de cette atmosphère, on voit apparaître successivement la ligne *F*, puis la ligne voisine de *G*, puis enfin la ligne intermédiaire entre *F* et *G*, à l'instant où la fente tombe sur le bord lumineux du soleil. Cette observation prouve nettement que, dans les cas d'une fente perpendiculaire au bord du soleil, les lignes ne pouvaient toutes avoir la même longueur.

La composition de cette atmosphère est d'ailleurs variable avec la hauteur; certaines vapeurs, celles dont la lumière répond aux longues lignes de notre spectre, s'élèvent très-haut; d'autres, celles qui répondent aux lignes courtes, ne peuvent atteindre que des altitudes bien moindres.

Si maintenant nous voulions quitter le domaine de l'observation et de la certitude, nous pourrions conclure, de l'existence de certaines lignes brillantes, à la composition chimique des protubérances; mais ceci me semble tout à fait téméraire, car nous savons que le spectre d'un même gaz varie avec les conditions où il devient incandescent, et nous n'avons aucune connaissance des températures de la surface du soleil.

Malgré son peu de certitude, il est cependant un aperçu que je tiens à indiquer. Dans l'important mémoire de M. Warren de La Rue, sur l'éclipse totale de 1860, on lit cette phrase remarquable:

En plaçant deux épreuves successives d'une même tache solaire dans le stéréoscope, de telle sorte que les positions relatives des deux images soient renversées, la dernière étant placée à gauche et la première à droite (en supposant les images redressées), j'ai obtenu une vue stéréoscopique d'une tache solaire et des quelques facules voisines.

Les diverses parties du dessin se trouvent ainsi dans leurs véritables positions relatives par rapport à l'altitude et aux autres conditions. Par ce moyen, j'ai rendu évident que les facules occupent les plus hautes parties de la photosphère du soleil, car les taches apparaissent comme des trous dans les pénombres qui, elles-mêmes, semblent plus basses que les régions brillantes qui les environnent; dans un cas, on vit quelques parties d'une facule faire saillie sur une tache, et être en apparence à une hauteur considérable au-dessus.

En rapprochant ces remarques de M. Warren de La Rue du fait démontré par les observations du 18 août, que les protubérances sont des masses gazeuses, incandescentes et brillantes, soulevées dans l'atmosphère solaire, au-dessus du niveau général de la surface, n'est-il pas naturel de conclure que les facules sont les protubérances projetées sur le disque du soleil, et n'aurions-nous pas dans ces taches brillantes la manifestation des courants gazeux ascendants qui, suivant les hypothèses de MM. Faye, Stoney et

Lockyer doivent exister d'une manière constante dans la masse solaire.

Cette idée a sans doute besoin d'être verifiée par des observations directes, mais elle me semble assez naturelle pour devoir être indiquée ici."

Les raies brillantes furent également aperçues par M. Hatt, à deux reprises; mais cet observateur, ne disposant que d'un appareil beaucoup moins parfait que celui de M. Rayet, vit deux raies seulement.....

Absorbé par la mesure des protubérances, il m'a été impossible d'examiner la couronne dans toute son étendue; je ne l'ai observée, que dans la portion située au-dessus du groupe *d*; elle y affectait très-nettement la forme en écheveau recourbé dont parle Arago. Sa couleur était tout à fait blanche. Des dessins de MM. Olry et Bordes il résulte que la couronne était traversée par quatre groupes de jets très-étendus ou gloires correspondant sensiblement aux protubérances.

Ce résultat n'est pas d'accord avec ceux, qu'obtint M. Léon Foucault en 1860. Cet illustre physicien, après avoir signalé une sorte de relation entre les inégalités du contour lunaire et la position des gloires, incline à penser que ces dernières sont un pur effet de diffraction.....

Quoi qu'il en soit, nous devons constater que les gloires nous ont paru correspondre aux protubérances; or, si nous rapprochons ce fait d'un autre plus récent, découvert par M. Lockyer, à savoir que la matière rosée est répandue sur toute la surface du soleil, n'est-on pas porté à considérer cette matière comme la cause immédiate de l'auréole; les points où la condensation s'effectue devant naturellement, ainsi qu'on l'observe, donner lieu à des jets de lumière plus élevés.

Quelques-uns des officiers cherchèrent à mesurer le diamètre de la couronne, mais sans succès.....

La polariscopie ne donna que des résultats négatifs; nous sommes bien loin d'en conclure qu'il n'y a rien à trouver en ce sens; mais alors il faudra opérer d'une autre manière.

L'obscurité fut assez intense, durant la totalité; en plein air, on distinguait aisément des caractères d'écriture, mais, à l'intérieur de la cabane de l'équatorial, M. Tisserand fut obligé de prendre

une lampe pour lire le tambour de son micromètre. Cinq étoiles seulement devinrent visibles; il faut attribuer ce petit nombre à la présence des nuages qui recouvraient au moins la moitié du ciel; car la portion du firmament qui se trouvait au-dessus de l'horizon est une des plus riches en belles constellations. D'après M. Letourneur l'ombre portée du toit de notre habitation ne cessa pas d'être apparente.

Aucun de nous n'aperçut de distorsion dans les cornes du croissant; ni le phénomène des grains de chapelet; ni de points brillants sur la surface de la lune.

Le troisième contact fut observé par MM. Tisserand et Hatt, qui trouvèrent les nombres suivants:

Tisserand .... 23h 46m 9·1
Hatt[1]) ..... 23 46 3·1
} Temps moyen de Wha-Tonne.

Une demi-heure après environ, les nuages commencèrent à se reformer, et le dernier contact fut invisible.....

Une peu avant la totalité le bord de la lune occulta deux belles taches situées près du bord oriental du soleil. M. Hatt et M. Tisserand observèrent ces occultations..... Il a semblé à ces deux observateurs que, durant le passage de la tache derrière la lune, le mouvement de cette dernière s'était accéléré, en d'autres termes, la tache parut aspirée par la lune. On sait, d'autre part, que quand une étoile est occultée par la lune, elle semble franchir d'un bond le petit intervalle qui la sépare du bord, un peu avant l'immersion, tandis que, lors de l'émersion, l'étoile apparaît un instant à l'intérieur du disque. Tous ces faits sont de même ordre et facilement explicables par le principe si bien établi par M. Wolff dans son beau mémoire sur les équations personnelles.

---

[1]) Le nombre trouvé par M. Hatt étant inférieur de six secondes á celui de M. Tisserand, on serait tenté d'admettre que le premier de ces observateurs a considéré, comme pour le deuxième contact intérieur, au lieu du bord du soleil, celui de la couche brillante qui se trouverait ainsi moins épaisse du côté occidental que du côté oriental; mais l'absence d'une troisième observation nous empêche de conclure avec certitude. Il est à regretter que M. Olry, absorbé par son dessin, et M. Stephan, par la mesure des protubérances encore visibles quinze secondes après la réapparition du soleil, n'aient pu noter le troisième contact.

En vertu de ce principe, lorsque deux corps angulairement très-rapprochés ont un déplacement relatif, leur distance véritable semble altérée d'une petite quantité de sens contraire à celui du mouvement. Il suit de là, qu'au moment même où une étoile s'immerge derrière la lune, elle semble en être encore à une distance appréciable. Son extinction brusque produit alors l'illusion d'un petit bond vers le disque; l'effet inverse se produit à la sortie.....

M. Pierre revint de son excursion le surlendemain de l'éclipse. Je reproduis presque en totalité la lettre où ce savant a consigné ses observations et qu'il a bien voulu m'adresser.

„J'avais choisi au sommet de la montagne Luang un point très-découvert qui me permettait d'embrasser un horizon d'une dizaine de lieues, depuis la montagne Long-Wang, située au nord-est de votre observatoire, jusqu'au delà de l'arc formé au sud-est par la montagne Luang.....

Il me reste à vous parler des bandes lumineuses que j'ai aperçues onze fois durant le cours de l'éclipse. La lune avait envahi les deux dixièmes du soleil, quand elles ont commencé à paraître à l'horizon. J'en ai compté d'abord trois, puis sept, mais jamais ce nombre n'a été dépassé. Perpendiculaires à l'horizon, et parallèles entre elles, elles présentaient une largeur imaginative de 40 centimètres. Elles paraissaient et disparaissaient suivant les ondulations de l'atmosphère; mais elles réapparaissaient toujours au même point de l'horizon, Elles n'offraient pas toutes le même éclat. Elles passaient par toutes les nuances du rouge au pourpre violet. Il m'a paru, que ces bandes de droite à gauche ou du sud au nord n'offraient pas à la fois le même degré d'intensité lumineuse. Ainsi, la dernière au sud-est était pourpre, quand celle qui était présente à l'extrémité de l'arc contre Kow-Long-Wang était légèrement teintée de rouge.“

Cette dernière observation des M. Pierre est des plus remarquables. Sans chercher à expliquer la formation de ces bandes fixes à couleurs alternatives et changeantes, il convient, croyons-nous, de la considérer comme la production complète d'un phénomène partiellement aperçu lors des éclipses précédentes.

On a signalé, en effet, à plusieurs reprises, comme des apparitions ondulatoires mal définies courant à la surface du sol. Or, il est évident que, pour un observateur moins bien placé que

M. Pierre, le changement d'intensité de lumière qui se produit de l'une à l'autre des bandes, doit faire naître l'effet d'un déplacement plus ou moins rapide.....

XIII.

Beobachtungen zu Barram Point.

$\lambda = 7^h\,35^m\,54^s$ Ost. v. Greenw. $\varphi = +4°\,37'\,3$.

Beginn der Totalität	1^h	23^m	14^s	mittl. Zeit Bar. P.	
Ende „ „	1	29	26	„ „ „ „	

Account of observations of the Total eclipse of the sun, made August 18 th, 1868, along the coast of Borneo, by His Excellency **J. Pope Hennessy**, Governor of Labuan.

Proceedings of the Royal Society Vol. XVII p. 81—90.

(Historisches, Beobachtungsplan, Contactmomente und Fleckenbedeckungen, meteorologische und magnetische Beobachtungen, Einfluß auf Thiere.)

.....Ten minutes before the total eclipse there seemed to be a luminous crescent reflected upon the dark body of the moon [1]).

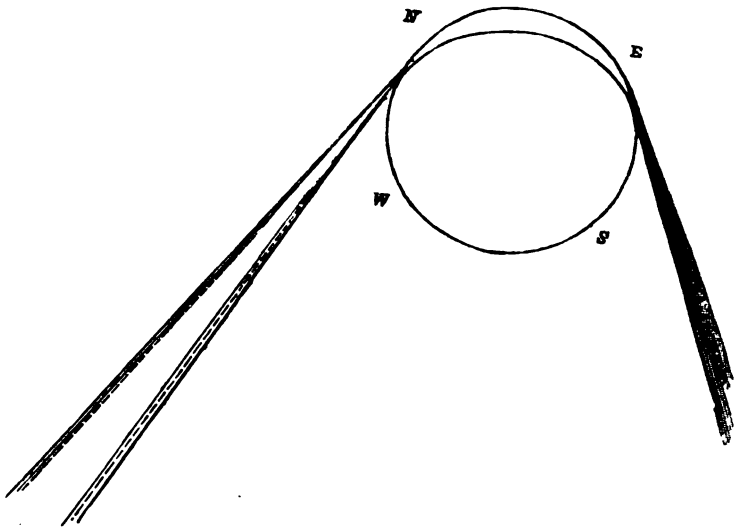
---

[1]) The phenomenon of the sun's crescent reflected on to the disk of the moon would seem to have been something accidental, perhaps (if seen by the writer only) a mere ghost, depending on a double reflection between the glasses of his instrument. The figure represents the „reflected" image as in the same position as the crescent itself, not reversed indicating either a refraction or a double reflection.

The slender beams of light or shade, shooting out from the horns of the crescent would seem to admit of easy explanation, supposing them to have been of the nature of sunbeams, depending upon the illumination of the athmosphere of the earth by the sun's rays. The perfect shadow or umbra would be a cone, circumscribing both sun and moon, and having its vertex far below the observers horizon. Within this cone there would be no illumination of the atmosphere, but outside it, a portion of the sun's rays would be scattered in their progress through the air, giving rise to a faint illumination. When the total phase drew near, the nearer surface of the shadow would be at no great distance from the observer; the further surface would be remote. Attend in the first instance to some one plane, passing through the eye and cutting the shadow transversely, and in this plane draw a straight line through the eye, touching the section of the cone which bounds the shadow; and then imagine other lines drawn through the eye a little inside and outside this. In the former case the greater part of the

In another minute a long beam of light, pale and quite straight, the rays diverging at a small angle, shot out from the westerly corner of the sun's crescent. At the same time Mr. Ellis noticed a corresponding dark band, or shadow, shooting down from the east corner of the crescent.

Fig. 4.



line, while it lay within the lower regions of the atmosphere, would be in shadow, the only part in sunshine being that reaching from the eye to the nearer surface of the shadow; but in the latter case, the line would be in sunshine all along. In the direction of the former line, therefore, there would be but little illumination arising from scattered light, while in the direction of the latter, the illumination would, comparatively speaking, be considerable. In crossing the tangent there would be a rapid change of illumination. Now pass on three dimensions. Instead of a tangent line we shall have a tangent plane, and there will of course be two such planes, touching the two sides of the cone respectively. Each of these will be projected on the visual sphere into a great circle, a common tangent to the two small circles, which are the projections of the sun and moon. In crossing either of these there will be a rapid change of illumination (feeble though it be at best), which will be noticed. According as the observer mentally regards darkness as the rule, and illumination as the feature, or illumination as the rule, and darkness as the feature, he will describe what he sees as a beam or a shadow. The direction of these beams or shadows given by theory, as just explained, agrees very well with the drawing sent by Governor Hennessy, which does not represent the left hand beam so distinctly divided as it appears in the woodcut.

G. G. Stokes.

....The moment of maximum darkness seemed to be immediately before the total obscuration; for a few seconds nothing could be seen, except objects quite close to the observers.

Suddenly there burst forth a luminous ring around the moon. This ring was composed of a multitude of rays, quite irregular in length and in direction; from the upper and lower parts they extended in bands to a distance more than twice the diameter of the sun. Other bands appeared to fall towards one side; but in this there was no regularity, for bands near them fell away apparently towards the other side. When I called attention to this, Lieut. Ray said, „Yes I see them; they are like horses' tails;" and they certainly resembled masses of luminous hair in complete disorder.

I have said, these bands appeared to fall to one side; but I do not mean that they actually fell or moved in any way during the observation. If the atmosphere had not been perfectly clear, it is possible that the appearance they presented would lead to the supposition, that they moved; but no optical delusion of the kind was possible under circumstances.

During the second when the sun was disappearing, the edge of the luminous crescent became broken up into numerous points of light. The moment these were gone, the rays I have just mentioned shot forth, and at the same time we noticed the sudden appearance of the rose-coloured protuberances.

The first of these was about $1/6$ of the sun's diameter in length and about $1/24$ part of the sun's diameter in breadth. It all appeared at the same instant, as if a veil had suddenly melted away from before it.

It seemed to be a tower of rose-coloured clouds. The colour was most beautiful — more beautiful than any rose-colour I ever saw; indeed I know of no natural object or colour to which it can be, with justice, compared. Though one has to describe it as rose-coloured, yet in truth it was very different from any colour or tint I ever saw before.

This protuberance extended from the right of the upper limb, and was visible for six minutes.

In five seconds after this was visible, a much broader and shorter protuberance appeared at the left side of the upper limb.

This seemed to be composed of two, united together. In colour and aspect it exactly resembled the long one.

This second protuberance gradually sank down as the sun continued to fall behind the moon, and in three minutes it had disappeared altogether.

A few seconds after it had sunk down there appeared at the lower corresponding limb (the right inferior corner) a similar protuberance, which grew out, as the eclipse proceeded. This also seemed to be a double protuberance, and in size and shape very much resembled the second one; that is, its breadth very much exceeded its height.

In colour, however, this differed from either of the former ones. Its left edge was a bright blue, like a brillant sapphire with light thrown upon it; next to that, was the so-called rose-colour, and, at the right corner, a sparkling ruby tint.

This beautiful protuberance advanced at the same rate that the sun had moved all along, when suddenly it seemed to spread towards the left, until it ran around one-fourth of the circle, making a long ridge of the rose-coloured masses. As this happened the blue shade disappeared.

In about twelve seconds the whole of this ridge vanished, and gave place to a rough edge of brilliant white light, and in another second the sun had burst forth again.

In the mean time the long, rose-coloured protuberance on the upper right limb had remained visible; and though it seemed to be sinking into the moon, it did not disappear altogether, until the lower ridge had been formed, and had been visible for two seconds.

This long protuberance was quite visible to the naked eye, but its colour could not be detected except through the telescope. To the naked eye it simply appeared as a little tower of white light standing on the dark edge of the moon.

The lower protuberance appeared to the naked eye to be a notch of light, in the dark edge of the moon — not a protuberance, but an indentation.

In shape the long protuberance resembled a goat's horn.....

Though the darkness was by no means so great as I had expected, I was unable to mark the protuberances in my note book.

without the aid of a lantern, which the sailors lit when the eclipse became total.

Those who were looking out for stars, counted nine visible to the naked eye. One planet (Venus?) was very brilliant.....

XIV.

Beobachtungen zu Gorontale.

$\lambda = 8^h\,12^m\,6^s$ O. v. Greenw. $\varphi = +0°\,29'8$

Anfang der totalen Verfinsterung: $2^h\,25^m\,32^s$ mittl. Zt. Goront.

" " " " $2\;27\;26$ " " "

Over de Waarnemingen te Gorontalo door C. Schuylenburg, Luitenant ter zee.

(Verslag over de Waarneming der totale Zoneclips van 18. Augustus 1868 door Dr. J. A. C. Oudemans.)

.....Während der $2^1/_2{}^h$ Stunden (der ganzen Dauer der Finsterniß) bemerkte ich stets, daß der Rand der Sonne nicht scharf auf dem Monde endigte, sondern daß er, wahrscheinlich der Strahlenbrechung wegen sehr stumpf abbrach, so wie man dieß bei Sonnen-Auf- und Untergängen wahrnimmt.[1]) . . .

Verschiedene Sterne waren mit bloßem Auge (während der Totalität sehr deutlich) sichtbar.

Die Dunkelheit war ungefähr jener gleich, die etwa zehn Minuten nach Sonnenuntergang herrscht; alles war in eine fahle, gelbe Tinte gehüllt[2]).

---

[1]) Von einer Abrundung der Spitzen — dies ist wahrscheinlich was Herr Schuylenburg meint — habe ich nichts gesehen; mir ist im Gegentheil die Schärfe derselben aufgefallen. Ob vielleicht eine minder scharfe Einstellung des Fernrohres die Ursache davon war, kann ich nicht beurtheilen. Wie jedoch der Beobachter die Erscheinung durch Strahlenbrechung erklären will, begreife ich nicht recht; die Strahlenbrechung müßte dann, so scheint mir, in der Mondatmosphäre stattfinden, deren Vorhandensein bis jetzt durch nichts angedeutet ist, indem alle Wahrnehmungen dagegen sprechen.

[2]) Die Dunkelheit war, glaube ich, bei uns bedeutender als 10 Minuten nach Sonnenuntergang; ich würde sie auf 20—30 Minuten schätzen. Vielleicht war es in Gorontalo minder dunkel, da der Ort nahe an der Grenze des Schattenkegels lag.

Unmittelbar beim Beginn der Totalität war ungefähr 25° rechts vom Gipfelpunkte ein purpurrothes, wolkenähnliches Gebilde von gewöhnlicher Cumulusform zu sehen. Gegen die Mitte der Totalität entstand ungefähr 40° rechts vom Fußpunkte eine kleinere Wolke [3]) ebenfalls purpurfarbig, während einige kleinere, purpurne Flecken am Sonnenrande zerstreut waren.

Einige sehr bewegliche Lichtkränze zeigten sich auch noch dem freien Auge.....

Die fahle gelbe Tinte, von der der Beobachter spricht, ist von uns nicht wahrgenommen worden; in der Schätzung der Farbe bei totalen Finsternissen scheint überhaupt sehr viel subjectives zu liegen.

[3]) Dies sind offenbar die von mir mit *a* und *c* bezeichneten Protuberanzen. Die von mir *b* und *d* genannten, d. i. die an der linken Seite der Mondscheibe sichtbar gewordenen Protuberanzen wurden in Gorontalo nicht bemerkt, und dies kommt zweifelsohne daher, daß Gorontalo ungefähr 1° nördlicher liegt, als die Insel Mantawaloe, und daher, vom dortigen Standpunkte aus, der Mond sich südlicher. d. i. mehr links am Himmel projicieren mußte..... Die beiden mir von Herrn Schuylenburg und H Riedel, Assistent-Resident in Gorontalo übergebenen Zeichnungen bestätigen, daß dort nur zwei rothe Protuberanzen sichtbar waren, zeigen jedoch, wie verschieden die Auffassung des Ortes und der Form einer Protuberanz sein kann, in Folge der Eile, in der man sich befindet, wenn man kaum zwei Minuten zu seiner Verfügung hat, ein so imposantes Schauspiel, wie eine totale Sonnenfinsterniß wahrzunehmen. Die fünf Strahlenbüschel, die Herr Riedel gezeichnet, halte ich mehr für eine Fiction, als eine Zeichnung nach der Natur; da ich jedoch keine Beschreibung erhielt, kann ich dafür nicht bürgen. Die Anmerkung, daß die Corona in Bewegung war, ist auch belangreich; es hellt dies den Umstand auf, warum die verschiedenen Beobachter auf der Insel Mantawaloe-kéké verschiedene Strahlen gezeichnet haben. Es scheint, daß dies Phänomen ein Veränderliches sei, wodurch dessen optischer Ursprung an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Oudemans.

XV.

Beobachtungen zu Mantawaloe-kéké.

$\lambda = 8^h\ 12^m\ 19^s$ O. v. Greenw. $\varphi = -0°\ 32'6$

Anfang der Totalität: $2^h\ 25^m\ 9^s$ mittl. Zeit Mant.
Ende „ „ 2 30 33 „ „ „

A. Niederländische Expedition.

Verslag over de Waarneming der totale Zoneclips van 18. Augustus 1868 door Dr. J. A. C. Oudemans, Hoofd-Ingenieur van den Geographischen dienst.

Overgedruckt uit het Natuurkundig Tijdskrift voor Nederlandsch-Indië, deel XXXI pag. 51 en v. v. [1]).

(Historisches, Contactmomente und Fleckenbedeckungen, Beobachtungsplan, Berechnung der Längendifferenzen von Matawaloe-kéké, Gorontalo, Ambon und Cap Barram. Dabei ergibt sich wieder, daß Hansens Mondtafeln den Mondhalbmesser zu groß angeben, und derselbe bei Berechnung von Sonnenfinsternissen um reichlich 2″ kleiner angenommen werden muß, wie dieß Oudemans schon vor 10 Jahren fand.)

1. Dr. **J. A. C. Oudemans.** (Fernrohr eines Universalinstrumentes mit 32facher Vergrößerung).

.....Der Sichtbarkeit von Sternen oder Planeten konnten wir nur eine sehr oberflächliche Aufmerksamkeit widmen. Daß Venus hell schien, bedarf keiner Erwähnung, da sie stets bei vollem Tageslicht sichtbar war; bemerkenswerth war die Schnelligkeit, mit welcher ein einheimischer Diener, den ich auf die Reise mitgenommen hatte, unter Tags den Planeten auffand, sobald man ihm nur einigermaßen die Himmelsgegend angab, in welcher er zu suchen hatte.

Merkur stand, sowie Venus, westlich von der Sonne, aber in kaum 11° Abstand, während der von Venus 40° betrug. Außer diesen beiden Planeten waren noch sichtbar Procyon links und die beiden Zwillinge, Castor und Pollux rechts von Venus. Auch wurde

[1]) Einen sehr vollständigen Auszug der astronomischen Beobachtungen hat Oudemans Ast. N. B. LXXIV. p. 1 ff. gegeben. Dort wird jedoch Ehnle, Ehule genannt.

von einigen Regulus in $2^1/_2^\circ$ Abstand von der verfinsterten Sonne wahrgenommen.

Nach meiner Schätzung — ich konnte auf die Sichtbarkeit der Sterne kaum einige Augenblicke meine Aufmerksamkeit wenden — glaube ich, daß während der Totalität noch jene Sterne zweiter Größe sichtbar geworden wären, deren Ort man entweder wegen ihrer Nähe bei helleren Sternen oder wegen anderer Vorbereitungen scharf hätte fixiren können; schwächere aber nicht.

Von Baily's Perlen, den von Busch im Jahre 1851 an den Spitzen der übriggebliebenen Sichel wahrgenommenen Ausstrahlungen, sowie dem damals von Fearnley bemerkten Lichtbogen an einer der Spitzen habe ich nichts gesehen.

Sobald ich das Sonnenglas abgenommen hatte, zeigte sich das prächtige Schauspiel der Corona und der Protuberanzen, dessen überwältigenden Eindruck zu schildern unmöglich ist.....

Von Protuberanzen wurden unmittelbar zwei (*a* und *b*) sichtbar, später zwei weitere (*c* und *d*).

Ich selbst erblickte die Protuberanz *c* erst 2 nach dem Anfange der Totalität: sie ist aber zweifelsohne früher sichtbar geworden. Noch später erschien *d*. Schon daraus läßt sich mit Wahrscheinlichkeit schließen, daß die Protuberanzen zur Sonne gehören, und beim Vorüberziehen des Mondes an jener Seite, von welcher er kommt, sichtbar werden: noch deutlicher jedoch wird es durch die folgenden Messungen erwiesen. Ich wählte die Protuberanzen *a* und *c* aus, um sie mittelst der täglichen Bewegung der Gestirne zu messen. Die Sonne ging fast senkrecht herab, und darum war die Protuberanz *a*, welche nicht weit vom höchsten Punkte des Mondes abstand, und die noch eine Krümmung hatte, so daß sie sehr nahe vertikal gerichtet war, dazu am meisten geeignet.

Dreimal ließ ich sie über den Horizontalfaden des Fernrohrs vom Universalinstrumente vorüberziehen, und jedesmal war eine Verminderung bemerkbar. Da mir nicht unbekannt ist, daß durch die Messung der Höhenabnahme kein für die Wissenschaft neues Factum zu gewinnen ist, war meine Absicht die, Zahlen zu liefern, welche durch Vergleichung mit den an andern Punkten der Totalitätszone erlangten Resultaten, zu einigen Folgerungen Veranlassung geben könnten. Die Messungen lauten:

Durchgänge der Protuberanz *a* über einen Horizontalfaden:

Fuß:	$2^h\,26^m$	33·4	M. Z.	
Spitze:		45·9	„ „	Differenz 12·5
Fuß:	2 27	42·4	„ „	
Spitze:		53·4	„ „	„ 11·0
Fuß:	2 28	55·4	„ „	
Spitze:	29	4·4	„ „	„ 9·0

Die Abnahme betrug demnach;

Zuerst in	69″	. . . 1·5
Hierauf in	73	. . . 2·0
Zusammen in	142	. . . 3·5

Der Berechnung zu Folge sollte sie 3·9 sein; die Übereinstimmung ist daher eine ganz genügende. Man darf nur den Unterschied von 0·4 unter die vier Aufschreibungen vertheilen, die das Resultat geliefert haben, um eine völlige Übereinstimmung zu erzielen.

Da der Anfang der totalen Verfinsterung um $2^h\,25^m\,9^s$ stattfand, können wir ausrechnen, wie hoch die Protuberanz um jene Zeit gewesen sein muß. Ich finde 14·6.

In jeder Zeitsecunde bewegte sich die Protuberanz um 13·9, wovon das Product mit 14·6 beträgt 203″. Dieß ist jedoch nicht die Höhe der Spitze der Protuberanz über den Sonnenrand; diese ist etwas kürzer, nämlich 176″ oder sehr nahe 3′. Bedenkt man nun daß jede Bogenminute beiläufig dem $3^1/_2$ fachen Erddurchmesser gleichkommt, so folgt daraus, daß die Protuberanz *a* mindestens 10 bis 11 Erddurchmesser über die Oberfläche der Sonne hervorragte. Es kann jetzt beinahe keinem Zweifel mehr unterliegen, daß die Protuberanzen nichts anderes. als eine Sorte von Wolken sind, die im Dunstkreise der Sonne herumtreiben; dieß ist durch die 1851 gesehene freischwebende Wolke genugsam bewiesen, und ich glaube, daß Professor Feilitsch aus Greifswalde, der selbst noch 1860, nachdem er zum zweitenmale das Phänomen einer totalen Finsterniß gesehen, bei seinem Lieblingsgedanken blieb, sie seien nichts anderes als optische Erscheinungen, mit dieser Überzeugung gegenwärtig wohl ganz allein steht.

Wir kommen daher zur Erkenntniß, daß in der Sonnenatmosphäre Wolken treiben, die mindestens eine Ausdehnung von $10^1/_2$ Erddurchmessern oder ungefähr 18.000 deutschen Meilen haben.

Zwischen der zweiten und dritten oben mitgetheilten Messung, bemerkte ich, daß die Protuberanz *b* verschwunden war, auch zeichnete ich damals die Strahlen der Corona, wie ich sie mit bloßem Auge sah.....

Es wurde früher bemerkt, daß die Protuberanzen *c* und *d* erst später sichtbar wurden. Einer Angabe von H. Commijs zu Folge, wurde *c* um $2^h\,28^m\,29^s$ sichtbar; doch muß man, glaube ich, statt dessen eher annehmen, er habe sie damals zuerst gesehen. Eben als ich *a* vollendet hatte, nahm ich noch zwei Durchgänge von *c* über den Horizontalfaden:

Durchgang der Spitze	$2^h\,29^m\,21{\cdot}4$			
„ des Fußes	$23{\cdot}4$	Differenz	$2{\cdot}0$	
„ der Spitze	$2\;30\;\;6{\cdot}9$			
„ des Fußes	$10{\cdot}4$	„	$3{\cdot}5$	

Dieß ergibt eine Zunahme von 1·5 in 45·5, die theoretisch hätte 1·2 sein müssen, also wieder eine ganz genügende Übereinstimmung. Zufolge dieser Messungen kann die Höhe um $2^h\,28^m\,29^s$ der durch H. Commijs aufnotirten Zeit, nicht Null betragen haben.

Am Orte der von mir gesehenen Protuberanz *d* hat H. Commijs deren zwei gesehen, die nach seiner Angabe beide um $2^h\,30^m\,9^s$ sichtbar geworden sind; *k* ist ohne Zweifel identisch mit der von mir *c* genannten; die von ihm als *l* bezeichnete habe ich nicht bemerkt.

Ebenso ist die Protuberanz *b* nicht durch den H. Commijs und eine kleine Protuberanz, die sowie *k* und *l* des H. Commijs rechts von *c* auftrat, wohl von den HH. Ehnle und Rovers, jedoch nicht von dem H. Commijs und mir notirt.

Nach der Totalität verschwanden die Protuberanzen an der unteren Seite der Sonne, wo das Licht durchbrach, unmittelbar; allein *a* blieb noch einige Zeit sichtbar, nach H. Ehnle noch $1^m\,15^s$. Diese Protuberanz wurde auch durch denselben Beobachter vor dem Beginne der Totalität wahrgenommen, wo ihr Fuß noch mitten auf der noch unverdeckten Sonnensichel stand.

Den Mondrand an der Nordseite habe ich noch gesehen $2^m\,10^s$ nach dem Ende der Totalität.....

Die Farbe des Mondes während der Totalität ist sehr verschieden beschrieben worden. In allen Abbildungen, die ich von

diesem Phänomen gesehen habe, wird er ganz schwarz dargestellt, und einige Beobachter beschreiben ihn auch ausdrücklich so, wiewohl andere, u. a. Airy (1842) bestimmt versichern, der Mond habe ein eigenes Licht. Dieß entspricht auch meiner Wahrnehmung; die schwarze Farbe der meisten Zeichnungen ist ganz übertrieben. Mit dem bloßen Auge gesehen kam mir der Mond (so weit meine Erinnerung reicht) wenig dunkler vor als der Himmelsgrund weit von demselben; und darauf hatte zweifelsohne noch der Contrast mit der umringenden Corona Einfluß. Ich möchte die Farbe ein dunkeles Bronze nennen.

In Betreff der Farbe der Corona weichen die Angaben sehr ab. In 1842 schätzte Airy als Farbe der Corona „peach-color"; Baily dagegen weiß, ohne bestimmte Färbung. Ich für meinen Theil hielt sie für schwach pfirsichblüthen-roth. Herr Ehnle nennt die Farbe nach Zeitfolge weiß, gelb, roth, grün, gelb und weiß; H. Commijs weiß, schwach gelb und schwach grün. Von einer Bleifarbe, die Olufsen und Good 1851 zu sehen glaubten, konnte ich nichts bemerken.

Die Protuberanzen waren nach meiner Schätzung hell rosenroth, und glichen ziemlich genau den Wolken, die durch die Abendsonne beschienen werden.

Vor dem Beginne der Finsterniß konnten wir den Schatten sehr deutlich im NW. an der Finsterniß in der Atmosphäre erkennen, Nach dem Ende der Totalität hingegen war der SO. in Dunkel gehüllt, und der NW. in Licht.....

2, **E. L. Ehnle** (Fernrohr mit 20facher Vergrößerung).

.....Ich begann erst aufmerksam durch das Fernrohr zu sehen, als der Mond die Sonne schon fast ganz bedeckt hatte, und bemerkte auf derselben sogleich einen kleinen lichten Bogen, ungefähr in der Mitte der beiden Spitzen des noch unverfinsterten Sonnensegmentes. Ich kann diese Erscheinung nicht meinem Instrumente zuschreiben, weil ich dasselbe Phänomen von einigen anderen Beobachtern nennen hörte. Es blieb sichtbar so lange die Totalität dauerte. Alsdann hatte ich einen prächtigen Ausblick auf die Gestirne Sonne und Mond. Rund um den Mond war ein Lichtkranz von 6′ Breite nach meiner Schätzung; die Farben die dieser Kranz hatte waren nachfolgende: weiß-gelb, roth und grün, gelb und weißlich.

Das weiße und gelbliche Licht dauerte vom Anfange, an d. i. von $2^h\ 25^m\ 9^s$ mittl. Zeit bis $2^h\ 26^m\ 59^s$; von $2^h\ 26^m\ 59^s$ bis $2^h\ 29^m\ 14^s$ kam es mir theilweise roth, theilweise grünlich vor, und von $2^h\ 29^m\ 14^s$ bis zum Ende $2^h\ 30^m\ 33^s$ war es für mein Auge wieder gelb und weißlich.....

Auch bemerkte ich, vorzüglich gegen das Ende der totalen Verfinsterung, sehr helle auffällige Strahlen, welche kegelförmig, und etwas schwächer gefärbt waren, als die Corona.

Ferner war mir sehr bemerkbar der Lichtauswuchs *a* (beim Mangel eines besseren Wortes nenne ich ihn so); er strahlte viel rothes und gelbes Licht aus, und war deutlich sichtbar während der ganzen Dauer der totalen Finsterniß, und selbst noch $1^m\ 15^s$ darnach; Veränderungen daran merkte ich nicht.

Die Erhöhung *b* zeigte sich anfänglich als ein Berg; doch verschwand sie um die Mitte der Totalität.

Der Lichthügel *c* erhob sich um $2^h\ 28^m\ 29^s$ gleichwie *d* um $2^h\ 30^m\ 9^s$; beide gaben ein helles dunkelgelbes Licht, und blieben bis zum Ende der Finsterniß sichtbar.....

3. **J. C. Commijs.**

.....Unmittelbar nach dem Eintritte der totalen Bedeckung wurde *a* sichtbar, hell roth, von dem weißen Lichtkranze abstechend, veränderte seine Form nicht im mindesten, und blieb auch nach dem Ende der Totalität bis $2^h\ 33^m\ 16^s$ deutlich sichtbar, wo es ganz vom Monde bedeckt wurde.

Um $2^h\ 28^m\ 29^s$ ward *c* sichtbar, viel niedriger aber breiter als *a*, jedoch von derselben Farbe, aber nicht so scharf begrenzt; verschwand beim ersten Hervorbrechen des Sonnenlichtes.

Um $2^h\ 29^m\ 14^s$ traten zwei auslaufende Strahlen hervor; sie hatten der Schätzung nach die Breite des Halbmessers und eine gut sichtbare Länge des Durchmessers vom Monde; ihr Licht war heller als das der Corona.

Ferner waren zu derselben Zeit in der Corona drei Lichtknoten schwach sichtbar, welche von derselben Farbe, aber nur heller waren als die Umgebung, und mir nicht aufgefallen wären, hätte ich nicht Abbildungen früherer Finsternisse gesehen.

Um $2^h\ 30^m\ 9{\cdot}6$ wurden die Protuberanzen *k* und *l* sichtbar, die ebenfalls sehr rasch verschwanden, als um $2^h\ 30^m\ 33{\cdot}1$ das Sonnenlicht hervorbrach.

Was die Corona betrifft, so war sie meiner Schätzung zufolge etwas breiter als der Mondhalbmesser; sie war anfänglich hell weiß, und färbte sich um $2^h 27^m 9^s$ blaß gelb, um $2^h 28^m 9^s$ blaß grün; doch waren die Farbenänderungen am unteren Rande der Corona sehr gering und schwer wahrnehmbar.

B. Expedition der Jesuiten zu Manila.

Osservazioni dell' ecclisse totale del 18. Agosto 1868 fatte a Mantawaloe-kéké dai PP. D. C. D. G. di Manila nelle Filippine Lettera del P. Federico Faura al P. A. Secchi [1]).

Bulletino meteorologico dell'Osservatorio del Collegio Romano Vol. VII 101—107. (Historisches, Beobachtungsprogramm, Einfluß der Finsterniß auf Thier- und Pflanzenwelt; meteorologische Beobachtungen, Contactmomente und Fleckenbedeckungen.)

.....Durante l' eclisse sono state prese otto fotografie istantanee delle fasi principali; .....durante la totalità furono esposti quattro vetri successivi: però soltanto nel secondo che durò esposto per lo spazio di 12^s si è avuta una debolissima traccia della corona: gli altri tre che lo furono solo per 7^s o 8^s ci sono riusciti perfettamente bianchi e l'opera nostra in questo è andata perduta. Con tutto ciò si è potuto supplire in gran parte a questo difetto col delineare che poi abbiamo fatto scrupolosamente l' immagine della totalità, quale si osservava sopra il vetro smerigliato della piccola camera oscura; di più, il sig. Capitano Bullock, il quale si era incaricato di osservare attentamente l' aspetto generale della totalità dell'eclisse, ne ha fatto un disegno in proporzioni alquanto più grandi.....

---

[1]) In diesem Briefe wird nach Beobachtungen von Capt. Bullock die geographische Position zu $\lambda = 8^h\ 12^m\ 30^s$ Ost. v. Greenw. $\varphi = -0°\ 32'\ 8$ angeben; ich habe indeß die von Oudemans als auf viel sichereren Grundlagen beruhend adoptirt. Ebenso werden als Zeiten des Anfanges und Endes der Totalität $2^h 25^m 26^s$ und $2^h 30^m 32^s$ angegeben, respective um + 17ˢ und — 1ˢ von den oben mitgetheilten abweichend. Da jedoch die letzteren das Mittel der sehr gut unter einander übereinstimmenden Beobachtungen von Oudemans, Ehnle und Commijs sind, und Oudemans jedenfalls mit besseren Mitteln zur Zeitbestimmung ausgerüstet war, habe ich lieber seine Zahlen angenommen. (Weiss.)

Non appena era scomparso l' ultimo raggio di luce solare, che si mostrò come per incanto la bella *corona* o *aureola* tutto intorno al disco nero della Luna. . . . . Tutti gli osservatori si accordano in dire, che il suo colore era somigliante a quello della madreperla, ovvero dell' argento appanato; ma di un lucido assai più intenso e vistoso. La corona avea tre parti principali: la prima era formata da una luce bianca, intensa e regolare che si spiccava dal lembo del disco lunare: la seconda si basava sulla prima, diminuendo gradatamente in intensità, ma la sua forma era sufficientemente regolare, benchè meno intensa. Finalmente la terza consisteva in un numero stragrande di raggi più o meno intensi, ma molto irregolari. alcuni de' quali erano tanto prolungati che superavano di molto il doppio del diametro lunare. Fu osservato come un fenomeno straordinario che questi raggi da un momento all'altro cangiavano un poco di aspetto. Merita attenzione la linea alquanto più lucida che vedesi traversare obliquamente il fascio inferiore; questa linea rappresenta un raggio di luce che apparve cinque minuti dopo incominciata l'eclisse totale e durò fisso pel restante del tempo sino alla fine. . . . Il P. Nonell che osservava con un eccellente cannocchiale di Rochon munito di micrometro tentò di determinare la grandezza angolare di uno dei raggi più lunghi della corona, ma non potè ottenere la completa separazione delle immagini perchè lo strumento non misurava più di 40′ in arco. Le due immagini non mostrarono colori complementari come si credeva; me in vece si mostrarono soltanto una più intensa dell' altra, come d'ordinario si veggono con questo strumento, quando non è montato a uso di polariscopio.

Tutte le osservazioni fatte intorno la corona m' inducono a credere, che la luce della quale essa si compone è la luce stessa del Sole irregolarmente riflessa dalla superficie scabra della Luna, e trasmessa a noi per mezzo della nostra atmosfera. Secondo me l' aspetto della corona dovrebbe essere assai diverso per i diversi osservatori collocati in vari punti della linea centrale dell' eclisse. Non so quello che sia stato osservato nell' India: so però che a Gorontalo dove era in osservazione un vascello olandese, e in Amboina dove osservavano gli ufficiali di un altro legno olandese, l'aspetto della corona fu molto diverso da quello che fu veduto da noi. Come spiegare questa diversità coll' ipotesi che la luce della corona sia al di sopra della fotosfera del Sole, e sia formata da un

gas in combustione disseminato al di sopra di essa fotosfera?[1]) Io credo più probabile l'altra ipotesi che essa non provenga da altro che da luce riflessa nello spazio dal corpo opaco e scabro della Luna; e me lo persuadono le irregolarità veramente notabili che presentavano i raggi prolungati della corona, e il continuo cangiare che facevano apparendo e disparendo a vicenda ora gli uni e ora gli altri. La spiegazione secondo me è molto semplice: la Luna nel suo continuo e variato movimento non presenta al Sole la medesima superficie; e siccome una superficie scabra e irregolare in movimento deve molto diversamente riflettere i raggi incidenti, rimandandone altri in una direzione e altri in un' altra; così credo che debba farlo la superficie lunare per quei raggi che intercetta del Sole. La difficoltà che essendo la Luna senza atmosfera non può essere essa cagione di questa riflessione, sarebbe sciolta seconda la mia opinione se si amette che i raggi riflessi della sua superficie si trasmettano ai nostri occhi per mezzo della nostra atmosfera. Ora questo non mi pare difficile se si considera la piccola distanza che corre dal limite superiore della nostra atmosfera sino alla Luna.....

Al medesimo tempo che si mostrò la corona comparvero visibili due belle protuberanze proprio in quella parte dove si ecclissava l' ultimo raggio della luce solare. La prima di queste (α) che è situata in basso a sinistra del diametro verticale (visione inversa) era di proporzioni tanto straordinarie, e riluceva di tal limpidezza e chiarore, che alcuni tra gli osservatori benchè ne fossero già prevenuti, si lasciarono trasportare da un vivo entusiasmo, e si trattennero non poco ad osservarla. Il P. Ricart, che era al cannocchiale di 8 centimetri di apertura munito di micrometro, si applicò immediatamente a determinarne la posizione; e trovò che essa era tra 334° e 335° 40′, e perciò aveva una estensione di 1° 40′. L' altra protuberanza β era situata quasi simmetricamente a destra del medesimo diametro: essa aveva il medesimo colore e vivezza dell' altra, ma la

[1]) Qui si devono distinguere le due parti della corona cioè l'anulare vicina, e i raggi lontani. La prima è appartenente certamente al Sole, e deriva da uno strato gassoso, ma noi non crediamo che quel gas sia in vera combustione: basta l'enorme luce del Sole per rischiararlo a quel modo. I raggi lunghi sono ancora problematici, e sono almeno in parte dipendenti dalla nostra atmosfera non senza relazione colle scabrezze lunari; però non può loro negarsi una relazione colle protuberanze, e in alcuni l'origine solare è evidente. A. Secchi.

sua forma non era così bella e aveva l' aspetto di una montagna. La sua posizione era tra 17° e 26°: conseguentemente avea una base di 9° di estensione. Appena le due protuberanze che abbiamo detto comparvero dalla parte orientale del disco solare, e già dalla parte opposta se ne vedeva spuntare una terza, la quale a mano a mano che avanzava la Luna sul Sole andava divenendo più grande e più bella. Il fenomeno di vedere occultarsi a poco a poco le protuberanze dalla parte orientale, e contemporaneamente dilatarsi e crescere quelle della parte occidentale fu manifesto, e notato da tutti gli osservatori. Il P. Nonell pose la cosa fuori di ogni dubbio colle sue osservazioni: perchè avendo al principio della totalità misurato al cannochiale micrometrico di Rochon le due protuberanze che si mostrarono le prime, trovò $\alpha = 3' 10''$ e $\beta = 1' 15''$: ripetute le misure dopo $3^m 10^s$, cioè verso il mezzo della totalità, trovò $\alpha = 2' 12''$ e $\beta = 0' 18''$. La protuberanza γ che a principio si vedeva con difficoltà andò gradatamente scoprendosi a misura del movimento della Luna, e quando fu ben visibile tutta, si mostrò come una lunga catena di montagne. A sinistra in alto del diametro verticale essa terminava netta e recisa in forma di due montagne congiunte alla base sino presso alla metà dei due coni, che poi si dividevano: a destra essa andava gradatamente diminuendo in altezza, e all' estremità si confondeva col disco opaco della Luna e finiva dove era la parte più irregolare della corona. La posizione di questa protuberanza era tra 171° e 210° 30', quindi aveva una estensione di 39° 30' [1]).

A sinistra della protuberanza γ era una quarta δ, distinta affatto dall' altra e di una forma anche più singolare: essa pareva veramente una nuvola. Il colore non era nè tanto vivo nè tanto uniforme come quello delle altre, perchè vi si osservavano dei tratti alquanto più oscuri, come si vede in una massa di cumuli accavalcati nell' aria. Base non vi si distingueva; la parte superiore era assai dilatata, e perciò aveva l'aspetto di una nube sospesa in aria. Misurata la sua posizione, si trovò essere tra 223° 30' e 229°;

[1]) Questa osservazione è importante e fa vedere che le protuberanze non sono che una esagerazione della catena delle punte dello strato rosato che copre il Sole. E anche mostra che le parti più prominenti della corona sono in relazione con le protuberanze. A. Secchi.

cosicchè avea 9° 30′ di estensione. Finalmente aggiungerò che mezzo minuto prima del fine della totalità dell' eclisse e presso alla estremità destra della catena di punte rosate il sig. Capitano Bullock osservò un' altra piccola protuberanza ε molto simile alla δ veduta dal P. Ricart: essa aveva un colore poco vivo, e pareva una nuvoletta sospesa in alto e nella parte regolare della corona. Non ci fu possibile di continuare a osservare altri dettagli; perchè all' improvviso vedemmo brillare il primo raggio di luce, e con esso scomparvero e protuberanze e corona.

Tutti gli osservatori sono concordi, in dire, che l'aspetto generale delle protuberanze tanto pel colore quanto per la forma si rassomigliava a quello di una nuvola tutta penetrata e investita dalla luce solare, come siamo soliti di vederne in queste regioni intertropicali al tramonto del Sole. In vece il P. Ricart asserisce che le tre prime protuberanze specialmente pel limite ben marcato e deciso che presentavano alla vista avevano l'aspetto come di una *cristallizzazione granulosa di sale*, del colore dello scarlatto o rossastro, e penetrata da viva luce. Delle così dette *fiamme* [1]), come le hanno trovate in altre osservazioni non si è veduto nulla, per quanto almeno possiamo giudicare dall' impressione che il fenomeno ha lasciato in ciascun di noi. Col P. Ricart conviene in molti punti anche il P. Nonell nella sua memoria, quando parla della protuberanza α che era la più lunga e vistosa: egli la rassomiglia a una vera stalattite di colore roseo, e per entro alla quale si rifletteva una viva luce del medesimo colore che la rendeva visibile. Il medesimo Padre che si è occupato a prenderne col micrometro di Rochon le misure angolari e a separare le immagini di tutte le protuberanze, ha notato che il colore delle due immagini era sempre rossiccio, nè più nè meno che si vedevano con un cannocchiale ordinario. L'unica differenza che vi ha scorto è che l'immagine straordinaria era un poco meno intensa dell'ordinaria: ma questo avvienne sempre in questo strumento adoperato a uso di micrometro.

Non è mia intenzione di entrare qui a discorrere intorno alla materia della quale sono formate queste protuberanze, tanto più

---

[1]) Per fiamme i più intendono le protuberanze stesse: forse l'A. intende parlare qui delle protuberanze mobili come fiamme, che alcuni credettero di vedere in Ispagna. Ma tale mobilità pare illusione. A. Secchi.

che non abbiamo potuto farne osservazioni collo spettroscopio. . . . . A me parvero immense masse fluide spettanti al Sole: che esse appartengano alla Luna, mi riesce incredibile per molte ragioni; ma sopratutto per quell' apparire e crescere che facevano le une da una parte, mentre le altre dall' opposta diminuivano e poi svanivano al lento muoversi della Luna sopra il disco del Sole. Non sarebbe per avventura più probabile il dire che esse sieno continue esalazioni emanate dall' interno del corpo solare e spinte all' altezza che le vediamo? Il sig. Capitano Bullock per esprimersi a suo modo rassomigliava la cosa alla fiamma di una cannonata veduta a gran distanza. D'altra parte è manifesto che le protuberanze occupano la regione delle macchie; e la protuberanza β corrisponde essattamente a un posto che si trova avanti macchie.

All'epoca dell'eclisse del 1860 vi fu chi disse che i colori dello spettro solare ottenuto con un prisma di flint ad angolo di 60° andavano gradatamente diminuendo e scomparendo uno alla volta, fino a non rimanervene che uno o due, e questi stessi debolissimi, al punto della totalità. Nella persuasione che questa osservazione bene eseguita potrebbe avere una qualche importanza, ho creduto bene di effettuarla. A questo fine ci provedemmo di una piccola camera oscura: nella parte superiore fissammo una tavola con due fori circolari: al più grande adattammo una lente del diametro di 14 centimetri acciò durante la totalità raccogliesse la maggior quantità di raggi luminosi; l'altro foro non avea lente alcuna, ma per l'apertura che aveva $1^1/_8$ centimetro di diametro poteva passare una discreta quantità di raggi solari. Avevamo a nostra disposizione due eccellenti prismi ad angolo di 60°: uno di crown e l' altro di flint. Durante le diverse fasi dell'eclisse si collocarono sul passaggio luminoso dei raggi alternativamente i due prismi, ma non fu osservato nulla di ciò che si disse avvenuto in Ispagna: i colori dello spettro rimasero sempre distinti e tutti visibili, eccetto, come era naturale, una diminuzione progressiva di intensità a misura, che la fase dell' eclisse andava crescendo.

Non volli trascurare di ripetere anche l'esperienza così detta delle *ombre*, fatta in Ispagna dal Prof. Laussedat; ed io medesimo me ne tolsi l'incarico, ed ebbi la soddisfazione di vederla avverata. Collocata una carta bianca sul terreno il più orizzontalmente che si poteva, vi si vedevano trascorrere da Est a Ovest una infinità di linee

ombrate e intramezzate da altretante linee di una luce alquanto opaca. La forma delle linee a foggia di serpe, o meglio ondulata....

La luce non parve diminuire fino a che non fu eclissata la metà del disco solare; ma da questo punto in poi incominciò a diminuire tanto sensibilmente che a tre quarti di sole eclissato si vedeva Venere assai distinta. L'aspetto della natura andò quindi addivenendo sempre più oscuro e spaventevole; pochi momenti prima che si ocultasse l' ultimo raggio di Sole la faccia degli spettatori pareva quella di un malato rischiarato al lume di Luna. Le stelle che si poterono ben distinguere, furono i due Gemelli, la Spica, Regolo che si potè vedere anche dentro i raggi della corona, e α di Centauro che incominciava allora a elevarsi sopra l'orizzonte. Ma i vapori dell' atmosfera già cominciavano a condensarsi e a velare il cielo in maniera che durante la totalità non restò altro di chiaro che la porzione ove accadeva l'eclisse, e una piccola parte verso Sud-Est. L'oscurità che regnava per quanto durò l'eclisse totale era tale che se non eravamo provveduti di un lume non avremmo potuto leggere nessuno strumento: però si sarebbe potuto leggere un libro a caratteri abbastanza chiari.....

XVI.

Beobachtungen auf der Rhede von Amboina.

$\lambda = 8^h\,32^m\,38^s$ $\varphi = -3°\,41'4$

Anfang der Totalität $2^h\,57^m\,8^s$ mittl. Zt. Amb.
Ende „ „ 3 1 54 „ „ „

Over de Waarnemingen te Ambon door C. A. L. H. van **Heeckeren**, Kapitein-Luitenant ter zee.

Verslag over de Waarneming der totale Zoneclips van 18 Augustus 1868, door Dr. J. A. C. Oudemans.

.....Während der totalen Verfinsterung war es so dunkel, daß an verschiedenen Stellen des Himmels Sterne sichtbar wurden, sicherlich wie hier eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang [1]).

---

[1]) Dies stimmt also ganz mit meiner (= Oudemans) Schätzung überein.

Um Sonne und Mond befand sich während der totalen Verfinsterung ein sehr unregelmäßiger Lichtkranz, mit ein paar kleinen, sehr hellen Lichtflocken an der oberen und unteren Seite des Mondes [1]); mehr konnten wir mit den gewöhnlichen Fernrohren am Bord nicht beobachten.....

Discussion der Beobachtungen.

1. Dunkelheit während der Totalität.

Die Dunkelheit, die während der Totalität herrschte, war im allgemeinen viel geringer als die Beobachter vermuthet hatten, indem man im Freien fast überall, selbst in Wha-Tonne, ohne künstliche Beleuchtung bequem lesen und schreiben konnte. Insbesondere auffällig ist dies an der Ostküste Vorderindiens. So sagt Tennant in Guntoor: „the darkness was very slight, and the colour not half so gloomy as in the eclipse of 1857 which was partial at Delhi, where I was then.“ Macdonald in Bezwarra glaubt, er hätte selbst während der Mitte der Totalität Gesichtszüge von Personen bis auf 30 Ellen Entfernung erkennen können, und Pogson schreibt, daß ihn nichts mit größerem Erstaunen erfüllte, als die große Helligkeit, die er auf die vierfache Intensität des Vollmondlichtes schätzt; er habe oft bei Stürmen, sowohl in England als Indien die Landschaft in eine Tinte von bei weitem größerer Düsterheit eingehüllt gesehen. Auf Barram-Point und in Mantawaloe-kéké scheint die Dunkelheit etwas bedeutender gewesen zu sein; an letzterer Station vergleicht sie Oudemans mit der 20^m—30^m nach Sonnenuntergang stattfindenden. Übrigens scheint dieselbe selbst in einander benachbarten Orten nicht durchwegs von gleicher Intensität gewesen zu sein. Dafür spricht, abgesehen von der Angabe Haig's, der aus dem Umstande, daß ein Beobachter in Mulwar ein herabgefallenes Ocular erst nach dem Ende der Totalität wieder finden konnte (was indeß nach meinem Dafürhalten bei der Aufregung des Augenblickes gar

[1]) Obwohl dieser Passus nicht ganz deutlich ist, glaube ich dessen Bedeutung sei die, daß er sowohl am oberen als auch am unteren Rande des Mondes je zwei Protuberanzen gesehen habe; dieselben welche auch wir bemerkten. Amboina lag nämlich auch der Centrallinie des Schattenkegels sehr nahe. Oudemans.

nichts beweist) auf größere Dunkelheit daselbst als in Beejapoor schließt, wohl unwiderleglich der Bericht von Ragoonatha-Chary und der von seinem Bruder Rungacharry aus Vunpurthy. Der erstere hielt es für ganz so dunkel wie in einer sternhellen Nacht; der letztere vermochte kaum auf 4 Fuß Entfernung Gesichtszüge zu erkennen. Dem entsprechend wird auch aus Vyaperla, einer etwa $6^1/_2$ geographische Meilen von Vunpurthy entfernten Stadt, berichtet, daß dort 30 Sterne sichtbar waren, während sonst überall nur von 5—6, und selbst in Barram-Point, wo es vollkommen klar war, nur von 9 gesprochen wird.

Beide dieser Thatsachen, nämlich die im allgemeinen geringe Dunkelheit und die verschiedene Intensität derselben sind höchst beachtenswerth. Die Erste als längs der Centrallinie bei der großen Breite des Schattenkegels innerhalb der Atmosphäre wenig zerstreutes Licht sich vorfinden konnte, und man wegen des weiten Übergreifens des Mondrandes vermuthen sollte, daß die hellsten Partien der Corona (diese als Sonnenatmosphäre aufgefaßt) würden verdeckt werden, und aus beiden Gründen eine um so größere Dunkelheit wenigstens an jenen Orten erwarten mußte, wo das Vorhandensein dichter Wolkenmassen zur Vermehrung derselben beitrug. Die zweite, weil unter sonst gleichen Umständen eine verschiedene Dunkelheit an verschiedenen Orten wohl nur aus einer verschiedenen Intensität der Corona erklärt werden könnte, was einen optischen Ursprung, mindestens eines Theiles derselben, wahrscheinlich macht.

Von etwas größerem Interesse ist wohl nur die aus mehreren Orten gemeldete Sichtbarkeit von Regulus, da er während der Finsterniß kaum $2^1/_2{}^\circ$ von der Sonne abstand; denn daß die Planeten Mercur, Venus, Jupiter und die hellsten Fixsterne unter günstigen Umständen würden gesehen werden, unterlag keinem Zweifel.

Wie bei den meisten früheren Finsternissen, wurde auch bei dieser wieder die leicht begreifliche Erscheinung bemerkt, daß die Abnahme der Lichtintensität erst in den letzten Minuten sehr merklich hervortrete, und beim Wiedererscheinen der Sonne die Helligkeitszunahme scheinbar rascher erfolge als die vorherige Abnahme. Das Letztere ist, wie ich glaube, schon seit jeher als ein Accomodationsphänomen erkannt; unbekannt ist mir jedoch, ob dasselbe je früher in dem Maße bemerkt wurde wie von Hennessy in Barram-

flüge; ob mit Recht, läßt sich aus der sehr unvollkommenen Beschreibung des Phänomenes nicht mit Sicherheit beurtheilen; wahrscheinlich indeß scheint mir diese Erklärung nicht. Hingegen dürfte das stoßweise Ab- und Zunehmen der Helligkeit, von dem bei früheren Finsternissen vielfach die Rede ist, den Schattenflügen zuzuschreiben sein.

3. Baily's beads.

Indem ich die verschiedenen Angaben über zeitweilige Distorsionen der Hörner und über die Art der Abstumpfung der Hörnerspitzen als unwesentlich nicht weiter bespreche, will ich gleich auf die letzten Momente vor dem Beginne der Totalität übergehen. Über die Art des Verschwindens des letzten Sonnensegmentes schweigen einige Beobachter; andere (wie Stephan in Wha-Tonne und Oudemans in Mantawaloe-kéké) erwähnen ausdrücklich, daß es ohne Zerbröckeln stattfand; noch andere endlich sahen das Sonnensegment vor dem Verschwinden in Perlen sich auflösen (wie Oppolzer in Aden, Tietjen in Mulwar, Branfill in Guntoor, Pogson, Walker, Winter in Masulipatam, und Hennessy auf Barram-Point) oder in dieser Form wieder erscheinen (wie Pogson und Winter). Jedoch sind alle Beobachter, welche über die Ursache dieses Phänomenes sprechen, darüber einig, daß die Perlenbildung nur durch die Unebenheiten der Mondcontour verursacht worden sei. Dem entsprechend fand auch Pogson am Ende der Totalität die Dauer der Erscheinung viel kürzer als am Anfange derselben, weil der östliche Mondrand bei weitem stärkere Unebenheiten zeigte, als der westliche. Aus demselben Grunde sah Oppolzer die Sonnensichel wohl beim Verschwinden in einzelne Theile zerbrechen, aber beim Wiederkehren sofort als schmale Linie auftreten.

Es ist wohl kaum je über eine so einfache und naturgemässe Erscheinung, als es das Zerfallen der feinen Sonnensichel in mehrere Theile ist, so viel geschrieben worden, als gerade über diese. Baily sah sie in einem ausgezeichneten Grade bei Gelegenheit seiner Beobachtung der annularen Finsterniß am 15. Mai 1836, und lenkte die Aufmerksamkeit der Astronomen in einer umfangreichen Abhandlung auf dieselbe. (Mem. of the Roy. astronomical Society Vol. X.) Seit jener Zeit wird sie von den englischen und deutschen Astronomen mit dem Namen „Baily's beads“ bezeichnet. Auf

die Beobachtung dieser beads verwendete man nun, als ob es eine der wichtigsten Erscheinungen wäre, bei den nächsten Finsternißen die größte Aufmerksamkeit, und es wurden in Folge dessen auch nebst einigen selbstständigen, diesen Gegenstand berührenden Arbeiten, wie die von Powell über Irradiation (Mem. of the Roy. astr. Society Vol. XVIII), die verschiedenartigsten Erklärungen über die Natur derselben aufgestellt. Durch die zahlreichen Beobachtungen der Sonnenfinsternisse des letzten Saros ist indeß jetzt schon lange ermittelt, daß die Grundursache von Baily's beads nur in den Unebenheiten des Mondprofiles zu suchen sei. Dabei soll natürlich nicht geleugnet werden, daß durch Irradiation, durch Beschaffenheit der Atmosphäre, durch Anwendung stärkerer oder schwächerer, ja selbst verschieden gefärbter Blendgläser, durch mehr oder minder scharfes Einstellen des Fernrohres, und worauf Pogson bei Gelegenheit dieser Finsterniß mit Recht hinweist, vor allem durch die Fähigkeit des beobachtenden Auges sich mit größerer oder geringerer Schnelligkeit rasch wechselnden Eindrücken zu accomodiren, die Form in der die Erscheinung ins Bewußtsein tritt, wesentlich modificirt werden könne.

4. Protuberanzen und Corona.

Bei der Discussion der Protuberanzenbeobachtungen will ich zuerst die Messungen derselben zusammenstellen und vom Monde auf den Sonnenrand übertragen, um sie mit einander vergleichbar zu machen. Zu diesem Zwecke werde ich mich derselben Formeln bedienen, welche ich bereits in dem Berichte über meine Beobachtungen anwendete. Sie lauten:

$$\alpha \begin{cases} \Delta \sin P = \cos \delta \, AR\,(\mathbb{C} - \odot) \\ \Delta \cos P = \quad Decl\,(\mathbb{C} - \odot) \end{cases}$$

$$tg\,\xi = \frac{\Delta \sin (P - p)}{R + \Delta \cos (P - p)}$$

$$x = \frac{R \sin (P - p)}{\sin (P - p - \xi)} - r$$

wobei P den Positionswinkel des Mondmittelpunktes, in Bezug auf den Sonnenmittelpunkt, Δ die Entfernung der Mittelpunkte beider Gestirne, ξ die Reduction des auf den Mond bezogenen Positionswinkels p der Protuberanz auf die Sonne, und x die Reduction ihrer

Höhe vom Mondrande auf den Sonnenrand bedeutet. Da jedoch während der Totalität Δ gegenüber dem Mondradius R stets sehr klein ist, wird es ξ ebenfalls sein; man kann daher die beiden letzten Formeln mit einer hinreichenden Genauigkeit abkürzen in:

$$\beta \begin{cases} \xi = \dfrac{\Delta \sin (P-p)}{R \sin 1''} \\ x = R - r + \Delta \cos (P-p). \end{cases}$$

I. Die von mir in Aden angestellten Beobachtungen habe ich bereits vom Mond- auf den Sonnenrand übertragen. Dasselbe hat auch Oppolzer mit den seinigen gethan und überdies an seine Positionswinkelmessungen der Protuberanz II noch eine Reduction wegen ihrer Neigung gegen den Radius angebracht. Ich ziehe es jedoch hier vor, diese Reduction wegzulassen, da wie aus meiner Beschreibung, und der Photographie der norddeutschen Expedition zu ersehen ist, der am Sonnenrande aufstehende Theil der Protuberanz sich fast senkrecht auf dem Radius erhob, und die Neigung nach Osten erst vom Buge an eintrat. Ferner kann man auch aus der Photographie der norddeutschen Expedition, welche um $18^h\,29^m\,42^s$ mittl. Adener Zeit aufgenommen wurde, die Höhen der zwei von uns mit I und II bezeichneten Protuberanzen abnehmen. Sie betragen 64″ und 159″, und bedürfen einer Correction von respective 8″ und 31″ auf den Sonnenrand. Vereinigt man überdies die mehrfachen Angaben jedes einzelnen Beobachters zu einem Mittel, so hat man:

	Prot. I		Prot. II	
	Positw.	Höhe	Positw.	Höhe
Weiß	137°2	66″	75°8	198″
Oppolzer	136·9	57	75·7	194
Photographie	.	72	.	190
Mittel	137·1	65	75·8	194

	Prot. III		rother Saum	
	Positw.	Höhe	Anfang	Ende
Weiß	316°5	84″	127°—147°	242°—272°
Oppolzer	.	.	.	228 —272
Photographie	.		.	.
Mittel	316·5	84	127—147	235—272

Der Positionswinkel der ausgedehnten Protuberanz I gilt für deren östlichsten Gipfel. Die Positionswinkel der Endpunkte des

rothen Saumes beim Beginne der totalen Verfinsterung habe ich aus der Bemerkung berechnet, daß dieser Saum anfänglich 20° Ausdehnung hatte, und in dessen Mitte die Protuberanz I sich befand. Später dehnte er sich beiderseits noch beträchtlich weiter aus; ich bin jedoch bei der ersten Angabe geblieben, um seine Länge nicht zu überschätzen. Ein gleiches gilt für das Ende der Totalität.

Ausser mir und Oppolzer haben auch noch Colonel Addison und Mr. Thyne die Protuberanzen I und II so wie den rothen Saum am Ende der Totalität wahrgenommen, und ihre Beobachtungen in Diagrammen niedergelegt, die, so weit man dies beurtheilen kann, sehr gut mit unseren Aufschreibungen stimmen.

II. Weiter nach Osten wurden zunächst im bengalischen Meerbusen am Bord des Dampfers Rangoon vier Handzeichnungen während der Totalität angefertigt. Schon aus der Beschreibung derselben in den Proceedings der Royal Society, noch mehr aber aus der Wiedergabe von zweien dieser Zeichnungen (Nr. 2 und 3) im Engineer (Vol. XXVI, 370, 371) ist unverkennbar, daß die als „long red flame" bezeichnete Protuberanz die in Aden gesehene fingerförmige (II) war, und daß mit terrestrischen Fernrohren beobachtet wurde. Die in den Proceedings der Royal Society gegebenen Positionswinkel sind daher von N. über W., nicht wie gewöhnlich von N. über O. gezählt. Ändert man diese Zählweise in die übliche um, so erhält man für die vom Scheitelpunkte aus gerechneten Positionswinkel der gesehenen Protuberanzen, nach Verbesserung des schon oben angezeigten Druckfehlers:

Diagramm	Protuberanzen			
Nr. 1	180°—200°	210°—216°		
„ 2	.	.	162°	15°—28°
„ 3	.	.	158	22 —40
„ 4	.	.	148	5 —30
Mittel	180—200	210—216	156	14 —33

Der parallaktische Winkel war (zur Zeit der Mitte der Finsterniß) 79°; für die Positionswinkel der Protuberanzen, vom Nordpunkte aus gezählt, ergibt sich daher:

101°—121°; 131°—137°; 77°; 295°—314°.

Die „niedrige" Protuberanz zwischen 101°—121° der ersten gleich nach dem Beginne der Totalität entworfenen Zeichnung ist

wohl nichts anders als der rothe Saum um den Berührungspunkt der Ränder. Die andern drei Protuberanzen stimmen der Lage nach mit den in Aden beobachteten I, II und III ganz überraschend gut überein, wenn man bedenkt, daß die Positionen Handzeichnungen, ausgeführt auf einem schwankenden Schiffe, entnommen sind. Die bei weitem größere Ausdehnung der Protuberanz III weist darauf hin, daß in Aden, wo an dieser Stelle der Mondrand den der Sonne beständig nicht unbeträchtlich überragte, blos der höchste Gipfel einer Protuberanzenkette sichtbar ward, während an Bord des Rangoon, der sich sehr nahe (blos 6′ nördlich von) der Centrallinie, befand auch die niederen Partien um so mehr hervortreten mußten, als dort in der Nähe jenes Ortes die Totalität ihr Ende erreichte. Dafür spricht auch der Umstand, daß die Ausdehnung dieser Protuberanz längs des Mondrandes von Bild zu Bild sich vergrößert.

III. Aus den Beobachtungen von J. Herschel und W. R. Campbell in Jamkandi läßt sich erkennen, daß dort die Protuberanzen II und III gesehen wurden; es fehlen indeß genauere Angaben über Position und Größe derselben, da die Beobachter ihr Hauptaugenmerk auf Spectral- und Polarisationsbeobachtungen richteten.

IV. In Beejapoor bemerkten C. T. Haig, Kero Luxuman und Capt. Tanner zwei größere Protuberanzen, von denen die eine als ein Doppelgipfel geschildert wird. Ausserdem sahen die beiden letztgenannten Herren noch eine dritte kleine gegen das Ende der Totalität auftauchen, über deren Lage einiger Zweifel besteht. Doch halte ich, trotz der gegentheiligen Bemerkungen der Beobachter die von Capt. Tanner angegebene Position für die richtige, weil dadurch diese Protuberanz zu einer auch in Masulipatam und Mantawaloe-kéké beobachteten wird, während an der Stelle, die Kero Luxuman angibt, an keinem andern Orte eine Protuberanz gesehen wurde. Die Positionswinkel dieser Protuberanzen sind nach der Lithographie in den Proceedings der Royal Society, vom Zenith aus in der üblichen Weise gezählt:

$$a = 154^\circ,\ b = 22^\circ \text{ und } 31^\circ,\ c = 13^\circ \text{ (vielleicht auch } 42^\circ).$$

Der parallaktische Winkel betrug 79°; demnach sind die Positionen der Protuberanzen vom Nordpunkte aus gezählt:

$$a = 75^\circ,\ b = 301^\circ \text{ und } 310^\circ,\ c = 294^\circ.$$

Es ist daher *a* identisch mit der Adener Protuberanz II; der zweite Gipfel von *b* mit III, während der erste Gipfel von *b* und außerdem *c* der damit zusammenhängenden Hügelkette angehören. Bei den von Kero Luxumann und Tanner angestellten Höhenmessungen fehlt die Angabe der Zeit, zu welcher sie ausgeführt wurden, sie sind daher nicht weiter verwendbar.

V. Eine genauere Reduction gestatten die von Tietjen und Spoerer in Mulwar, während der wenigen Secunden, in denen ihnen eine Wolkenlücke den Anblick der total verfinsterten Sonne gestattete, erlangten Messungen. Für diesen Ort geben die Ephemeriden des Nautical Almanac nach Anbringen der Parallaxe:

$$\begin{aligned} \text{AR}(\mathbb{C}-\odot) &= -2^s4 + 24^s69\,(t-21^h5^m) - 0^s02\,(t-21^h5^m)^2 \\ \text{Decl}(\mathbb{C}-\odot) &= 0'0 - 6'32\,(t-21\,5\,) \\ \mathbb{C}\ \text{Rad.} &= 1017'8 + 0'04\,(t-21\,5\,) \\ \odot\ \text{Rad.} &= 950'6 \end{aligned}$$

wobei t in mittlerer Ortszeit und Bruchtheilen einer Minute auszudrücken ist. Man hat nun:

Beobachter	mittl. Ortszt.	Gemessen		Red. a. ⊙		Bezog. a. ⊙	
		Posw.	Höhe	Posw.	Höhe	Posw.	Höhe
Tietjen	21ʰ6ᵐ55ˢ	79°	91″	+1°1	108″	80°1	199″
Spoerer	.		96	.	108	.	204
Tietjen	21 6 58	315	57	+1·3	27	316·3	84

also im Mittel:

II. Positw.: 80°1, Höhe: 201″
III. „ 316·3, „ 84.

VI. Zu Vunpurthy vereitelten Wolken jede eigentliche Beobachtung, und es sah Ragoonatha-Chary blos während eines momentanen Risses in der Wolkendecke eine helle Protuberanz, die der Beschreibung nach nur die große fingerförmige (II) gewesen sein kann.

Auf den ersten Blick dürfte es auffällig erscheinen, daß an keiner der vier Stationen im Innern des Dekkhan der complicirten Adener Protuberanz (I) Erwähnung geschieht. Die Ursache davon liegt einfach darin, daß diese Protuberanz vermöge ihrer Lage rasch vom Monde bedeckt wurde, und an allen vier Orten erst einige Zeit nach dem Anfange der Totalität das Doppelgestirn aus Wolken hervortrat.

VII. Die in Guntoor aufgenommenen sechs Photographien zeigen sogleich, daß auch dort nur drei größere Protuberanzen, und zwar dieselben wie in Aden sichtbar waren. Dies bestätiget auch eine indirecte Messung der Positionswinkel. Denn gibt man, da die Mittel zur Orientirung der Photographien fehlen, der auf allen Bildern vorkommenden fingerförmigen Protuberanz den in Aden beobachteten Positionswinkel von 76°, so erhält man für die übrigen zwei:

Bild 1 und 3 . . . 137°—145° also identisch mit I
„ 5 „ 6 . . . 314 —323 „ „ „ III.

Ferner erschienen auf Bild 2 und 6 in den Positionswinkeln 60°—146° und 232°—333° helle Säume um den Mondrand, die wohl nichts anderes als der rothe Saum am Anfange und Ende der Totalität sein können. Der helle Saum auf dem letzten Bilde zeigt zwei größere Hervorragungen, das heißt kleinere Protuberanzen bei 297° und 289°.

Zur Reduction der Höhen der drei größeren Protuberanzen, welche ich so gut es ging zu verschiedenen Zeiten, im Ganzen sechsmal sorgfältig abgemessen habe, auf den Sonnenrand hat man:

$$\begin{aligned} \text{AR}(\mathbb{C}-\odot) &= +8''0 + 23''45\,(t-7^h20^m14^s) - 0''02\,(t-7^h20^m)^2 \\ \text{Decl}(\mathbb{C}-\odot) &= -0\cdot6 - 6\cdot63\,(t-7\ 20\ 14\ ) \\ \mathbb{C}\,\text{Rad.} &= 1019\cdot1 + 0\cdot04\,(t-7\ 20\ 14\ ) \\ \odot\,\text{Rad.} &= 950\cdot6 \end{aligned}$$

wo t die Sternzeit der Exposition bedeutet, und die Differenz $(t - 7^h\ 20^m\ 14^s)$ in Minuten auszudrücken ist. Damit wird

Platte	Sternzeit	Gemessen I	Gemessen II	Gemessen III	Red. a. ⊙ I	Red. a. ⊙ II	Red. a. ⊙ III	bezog. a. ⊙ I	bezog. a. ⊙ II	bezog. a. ⊙ III	Dauer der Exp.
1.	$7^h17^m\ 3^s$	62″	188″	.	9″	10″	.	71″	198″	.	> 1″
2.	7 18 1	.	185	.	.	30	.	.	215	.	5
3.	7 19 3	28	159	.	50	52	.	78	211	.	10
4.	7 20 1	.	140	.	.	71		.	211	.	5
5.	7 21 4	.	97	32″		93	45″	.	190	77″	1
6.	7 22 35	.	71	58	.	125	15	.	196	73	1
			Im Mittel		75	204	75				

VIII. Die Zeichnung von Major Macdonald in den Proceedings der Asiatic Society of Bengal zeigt, daß er die Protuberanzen I und II, sowie die Hügelkette der Protuberanz III gesehen. Sie ist indeß zu unvollkommen, um Messungen davon abnehmen zu können. Nur

sei hier noch erwähnt, daß er die Protuberanz I als Doppelgebilde zeichnet.

IX. In Masulipatam maß Pogson die Protuberanz II zweimal, sah die I doppelt und noch eine dritte bei 283° Positionswinkel. Dieselben Protuberanzen führt auch Walker an, nur mit der Verschiedenheit, daß er von der nordwestlichen Protuberanzenkette vier Gipfel speciell erwähnt. G. K. Winter bemerkte nur die Protuberanzen I und II; Sharp wohl alle drei, allein den beiden letzteren scheint die Duplicität von I entgangen zu sein.

Zu einer genaueren Reduction eignen sich blos Pogson's Messungen der Protuberanz II; für diese ist:

$$\text{AR}(\mathbb{C}-\odot) = -4^{s}\cdot2+25^{s}25\ (t-21^{h}37^{m}) - 0^{s}2\,(t-21^{h}37^{m})^{2}$$
$$\text{Decl}(\mathbb{C}-\odot) = +4\ \cdot9-\ 6\cdot69\ (t-21\ 37\ )$$
$$\mathbb{C}\,\text{Rad.} = 1019\ \cdot3+\ 0\cdot04\ (t-21\ 37\ )$$
$$\odot\,\text{Rad.} = 950\ \cdot6$$

wobei, wie überall die Differenz innerhalb der Klammern in Zeitminuten auszudrücken ist. Man hat nun:

mittl. Ortszeit	Gemessen		Red. a. ⊙		Bez. a. ⊙	
	Posw.	Höhe	Posw.	Höhe	Posw.	Höhe
21ʰ35ᵐ.	77°7	199″4	−1°6	20″2	76°1	220″
21 40 34·	.	49·5		146·2	.	196
				Im Mittel	76·1	209

Der rothe Saum am Ende der Totalität reichte nach Pogson über mehr als 70°, von 283° bis über 353° hinaus; nach Walker war er wenigstens 60° lang.

X. und XI. Aus den Berichten der Schiffe Rangoon und Labourdonnais läßt sich nur entnehmen, daß auf dem letzteren Protuberanzen überhaupt, und auf dem ersteren die I und II nebst dem rothen Saume am Ende sichtbar waren. Die auf dem Rangoon bemerkte „small green prominence“ könnte vielleicht mit der „peculiar and faint figure, shaped generally like a bow“ im Norden der fingerförmigen Protuberanz auf der zweiten Guntoorer Photographie zu identificiren sein.

XII. Zur Übertragung der zahlreichen Protuberanzenmessungen Stephan's auf die Sonne dient:

$$\text{AR}(\mathbb{C}-\odot) = +3^{s}3 + 19^{s}90\,(t-23^{h}43^{m})$$
$$\text{Decl}(\mathbb{C}-\odot) = -2\cdot8 - \ 8\cdot52\,(t-23\ 43\ ) - 0^{s}01\,(t-23^{h}43^{m})^{2}$$
$$\mathbb{C}\,\text{Rad.} = 1022\cdot6$$
$$\odot\,\text{Rad.} = 950\cdot6$$

Der Positionswinkel der ersten Protuberanz *(a)* wurde zu 10° südlich vom Berührungspunkte geschätzt, oder da der letztere nach den obigen Angaben bei 112° stattfand, zu 122.° Dies stimmt nahe genug mit der complicirten Adener Protuberanz (I), um beide als identisch betrachten zu können, und ich halte mich um so eher für berechtigt dazu, als die Zeichnungen von Stephan und von den Marineofficieren Olry und Bordes ihr einen Abstand von 50°—70° von der fingerförmigen Protuberanz geben, während in Aden die Differenz dieser und der complicirten zu 60° gemessen wurde. Die Positionswinkel der beiden andern Protuberanzen *b* und *c* waren 72°8 und 316°6, und gelten einer brieflichen Mittheilung zu Folge für die Zeiten der ersten Höhenmessung der betreffenden Gebilde, also respective für $23^h\,40^m\,41^s$ und $23^h\,44^m\,59^s$. Sie erfordern daher zur Reduction auf die Sonne Correctionen von bezüglich —1°5 und +1°0. Die als vierte Protuberanz angeführte „large plage de protubérances à l'aspect moutonneux" ist nichts als der rothe Saum am Ende der Totalität, der sich im Mittel aus den Zeichnungen von Stephan und Bordes auf 50° zwischen den Positionswinkeln von beiläufig 244°—294° erstreckt.

Da Stephan, wie er selbst angibt, auf die Messungen der Positionswinkel kein Gewicht legte, sondern sie nur nebenbei ausführte, habe ich zur Reduction der Höhenmessungen der Protuberanzen auf den Sonnenrand die Positionswinkel derselben zu 137°, 76° und 317° angesetzt und erhielt damit:

mittl.	Gemessen			Red. a. ⊙			Bezog. a. ⊙		
Ortszeit	I	II	III	I	II	III	I	II	III
$23^h40^m\ 1^s$	91°2	.	.	18°4	.	.	110°	.	.
23 40 41	.	145°8	.	.	35°6	.	.	181°	.
23 41 38	.	123·0	.	.	51·6	.	.	175	.
23 42 21	.	117·6	.	.	63·6	.	.	181	.
23 44 31	0·0	.	.	105·8	.	.	106	.	.
23 44 59	.	.	106°8	.	.	29°2	.	.	136°
23 45 21	.	.	105·6	.	.	22·1	.	.	128
23 45 41	.	64·2	.	.	119·3	.	.	184	.
23 46 0	.	58·8	.	.	124·6	.	.	183	.
				Im Mittel			108	181	132

XIII. An der Küste von Borneo wurden vom Governor Labuans, Pope Hennessy ebenfalls die Adener Protuberanzen I, II und eine der Kette III sowie der rothe Saum am Ende beobachtet, wobei

die Protuberanz I als ein Doppelgipfel geschildert wird. Die Skizze in den Proceedings der Roy. Society ist indeß zu unvollkommen, um daran Messungen vornehmen zu können. Der rothe Saum ging von der Protuberanz III aus nach links, und hatte der Schätzung nach eine Länge von 90°; er dehnte sich also von 227°—317° aus, wenn man den Positionswinkel von III zu 317° annimmt.

XIV. In Gorontalo traten nur zwei Protuberanzen hervor, die der Abbildung in Oudeman's Bericht zu Folge II und eine der Kette III waren. Die Protuberanz I konnte wegen der sehr excentrischen Lage des Ortes nicht bemerkt werden.

XV. Für Mantawaloe-kéké gestaltet sich die relative Bewegung von Sonne und Mond zur Zeit der totalen Verfinsterung folgendermassen:

$$\begin{aligned}
\text{AR}\,(\mathbb{C}-\odot) &= +7'9 + 22'60\,(t-2^h28^m) + 0'02\,(t-2^h28^m)^2\\
\text{Decl}\,(\mathbb{C}-\odot) &= -9\cdot1 - 10\cdot98\,(t-2\ 28\ ) - 0\cdot01\,(t-2\ 28\ )\\
\mathbb{C}\,\text{Rad.} &= 1018\cdot6 - 0\cdot04\,(t-2\ 28\ )\\
\odot\,\text{Rad.} &= 950\cdot6
\end{aligned}$$

Aus den Zeichnungen die Oudemans seinem Berichte beigibt, erkennt man auf den ersten Blick, daß die Protuberanzen *a* und *b* die beiden schon so oft genannten II und I sind. In der Zeichnung von Ehnle ist jedoch die gegenseitige Lage von *a* und *b* sicher verzeichnet, und ebenso *b* unverhältnißmäßig groß eingetragen. Ferner weichen seine Protuberanzen *c* und *d* stark von allen, die Oudemans, Commijs und Rovers sahen, ab. Lassen wir daher seine Zeichnung bei Seite und geben wir der fingerförmigen Protuberanz einen Positionswinkel von 76° so liefert eine Messung für die Lage der übrigen Protuberanzen:

Oudemans:	$a=76°$	$b=137°$	$c=316°$	$d=295°$	.
Commijs: . .	$a=76$	.	$a'=317$	$k=288$	$l=262°$
Rovers: . .	$a=76$	$b=120$	. $=320$	.	.
Im Mittel: . .	$a=76$	$b=129$	$c=318$	$d=292$	$l=262$

Die Position von *b* gilt für den Ostgipfel der Gruppe, und ich habe Commijs Protuberanz *k* der Lage wegen mit Oudemans *d*, nicht wie er es thut mit seiner *c* identificirt.

Oudemans ließ die Protuberanz *a* dreimal den Horizontalfaden seines Theodolithenfernrohres passiren, und fand für die Dauer dieser Passagen der Reihe nach 12ˢ5, 11ˢ0 und 9ˢ0. Da nun die Höhen-

änderung der Sonne 13'9 in 1' betrug, gibt dies als Erhebung der Protuberanz im Sinne des Höhenkreises die Zahlen 174", 153" und 125". Lassen wir dieselben für die Höhe der Protuberanz über dem Mondrande gelten, da sie sich sehr nahe am höchsten Punkte der Scheibe befand, so hat man:

mittl. Ortszeit	Gemessen	Red a. ⊙	Bez. a. ⊙
2h 26m 33s	174"	46"	220"
2 27 42	153	68	221
2 28 55	125	90	215
		Im Mittel	219

Dieselbe Protuberanz sah Commijs um 2h 33m 16s (d. h. 2m 43s nach dem Ende der Totalität) hinter dem Mondrande verschwinden. Dies würde für ihre Höhe den bedeutend geringeren Werth von 172" ergeben. Doch ist diese Angabe offenbar viel unsicherer. Oudemans selbst hat aus seinen Beobachtungen die Höhe der Protuberanz für den Beginn der Totalität zu 203" berechnet, was mit der obigen Angabe hinreichend stimmt, indem dort der Mondrand den der Sonne um 21" überragte. Oudemans fügt indeß hinzu, „dies" (nämlich 203") „ist jedoch nicht die Höhe der Spitze der Protuberanz über dem Sonnenrande: diese ist etwas kürzer, nämlich 176"". Wahrscheinlich will Oudemans durch diese Reduction der Höhe die Neigung der Protuberanz gegen den Mondradius berücksichtigen, wovon ich jedoch immer Abstand genommen habe.

Im Mittel aus zwei Passagen der Protuberanz *c* findet ferner Oudemans deren Höhe um 2h 29m 34s zu 2'75 mit einer (theoretischen) Zunahme von 1'2 in 45'5. Dies ergibt für die Zeit des Auftauchens dieser Protuberanz 2h 27m 50s, und damit für ihre Höhe 59". Auffallend ist es übrigens, daß weder Oudemans noch auch einer seiner Begleiter des rothen Saumes beim Ende der Totalität erwähnt.

Auf derselben Insel beobachteten spanische Jesuiten aus Manila vier Protuberanzen, und gegen das Ende der Totalität eine längere Hügelkette. Die als α bezeichnete ist die lange fingerförmige Protuberanz; gibt man ihr den Positionswinkel 76°, so werden nach den Messungsangaben die der übrigen:

$\beta = 118° - 127°, \varepsilon = 297°, \delta = 327°, \gamma = 272° - 311°$ (Hügelkette),

also mit den Beobachtungen der Holländer, verglichen wohl $\alpha = a$, $\beta = b$, $\delta = c$, $\varepsilon = d$. P. Nonell hat auch die Höhen der Protuberanzen α und β zweimal gemessen, und zwar gleich nach dem Beginne der Totalität und $3^m\ 10^s$ später. Nehmen wir daher als Beobachtungszeiten $2^h\ 25^m\ 40^s$ (30^s nach dem Beginne der Totalität) und $2^h\ 28^m\ 50^s$, ferner als Positionswinkel von β 137° an, so hat man:

mittl. Ortszeit	Gemessen		Red. a. ⊙		Bezog. a. ⊙	
	α	β	α	β	α	β
$2^h\ 25^m\ 40^s$	190″	75″	30″	26″	220″	101″
2 28 50	132	18	89	99	221	117
			Im Mittel		220	109

Aus Mantawaloe-kéké liegen daher folgende Protuberanzen-Beobachtungen vor:

	I		II		III	
Beob.	Posw.	Höhe	Posw.	Höhe	Posw.	Höhe
Holländer .	76°	219″	129°	.	318°	59″
Spanier . .	76	220	118—127	109″	327	.
im Mittel .	76	220	126	109	322	59

	d Posw.	l Posw.	rother Saum Ende
Holländer	292°	262° (:)	.
Spanier	297	.	272°—311°
Im Mittel	294	262 (:)	272 —311

Dem Positionswinkel der Protuberanz l habe ich das Zeichen der Unsicherheit beigesetzt, da diese Protuberanz blos von einem Beobachter (Commijs) gesehen wurde.

XVI. Aus dem Berichte über die Beobachtungen zu Amboina läßt sich weiter nichts entnehmen, als daß dort ebenfalls Protuberanzen sichtbar waren.

Indem ich jetzt alles so eben discutirte Material der Übersicht wegen zusammenstelle, will ich jene Positionswinkel, welche nur Zeichnungen entnommen sind, einklammern; an jenen Orten, an denen eine gewisse Protuberanz gesehen wurde, ohne daß jedoch eine Position erhalten werden konnte, g hinsetzen; endlich für die Beobachtungszeit die Mitte der Totalität gelten lassen, und erhalte so folgendes Tableau:

Beob. Ort.	mittl. Ortszeit	mittl. Greenw. Z.	I		II		l	d	III		rother Saum	
			P.	H.	P.	H.	P.	P.	P.	H.	Anfang	Ende
Aden	18h 31m0	15h 30m8	137°	65'	76°	194'	.	.	317°	84'	127°—147°	235°—272°
Bord d. Rangoon	19 36·3	39·3	(131—137)	.	(77)	.	.	.	(295—314)	.	(101—121)	.
Jamkandi	21 0·3	15 59·3	.	.	*g*	.	.	.	*g*	.	.	.
Beejapoor	4·4	16 1·0	.	.	(75)	.	.	(294(:)	(301, 310)	.	.	.
Moolwar	4·5	1·0	.	.	80	201	.	.	316	84	.	.
Vunpurthy	17·9	5·7	.	.	*g*	.	.	.	.	.	.	.
Guntoor	32·7	10·9	(137—145)	75	(76)	204	.	(289)	(314—323)	75	(60—146)	(232—333)
Bezwarra	34·3	11·4	*g*	.	*g*	.	.	.	.	.	.	*g*
Masulipatam	37·2	12·4	*g*	.	76	209	.	283	(?)	.	.	283—353
Bord d. Rangoon	21 54·5	16 18·8	*g*	.	*g*	.	.	.	.	.	.	*g*
Wha-Tonne	23 42·8	17 3·7	*g*	108	71	181	.	.	318	132	.	(244—294)
Barram-Point	1 26·3	17 50·4	*g*	.	*g*	.	.	.	*g*	.	.	227—317
Gorontalo	2 26·5	18 14·4	.	.	*g*	.	.	.	*g*	.	.	.
Mantawaloe	2 27·9	18 15·6	(126)	109	(76)	220	(262(:)	(294)	(322)	59	.	(272—311)

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man, daß die drei in Aden gesehenen Protuberanzen auch noch in Mantawaloe-kéké, das der Schatten $2^h\,45^m$ später erreichte, sichtbar waren, und daß namentlich die auffallendste derselben (II), welche ihrer Größe wegen während der Totalität an keinem Orte vom Monde vollständig verdeckt werden konnte, auch an keinem Orte längs der ganzen Totalitätszone fehlte. Dieser Umstand allein würde die solare Natur dieser Gebilde außer allen Zweifel stellen, wenn es eines Beweises hierfür noch bedurft hätte.

Aus dem am Anfange und Ende der Totalität gesehenen rothen Saume stiegen zwei Protuberanzen (I und III) empor, und zwar in der Farbe, die er an jener Stelle hatte, indem er bei der Protuberanz III, so wie diese selbst, nach den Angaben mehrerer Beobachter ein dunkleres Colorit zeigte als bei der Protuberanz I. Daraus geht hervor, daß diese Gebilde nichts als locale Auftreibungen einer schmalen rothen Enveloppe des Sonnenkörpers sind. Diese Enveloppe wurde wohl nur längs eines Bogens von 252° [1]) von 101°—353° mit einer Unterbrechung von 80° (147°—227°) gesehen; allein dies rührt einestheils davon her, daß kein einziger Beobachter sich auch nur einigermaßen südlich von der Centrallinie befand und daher im südöstlichen und nordwestlichen Quadranten der Sonnen- und Mondrand nirgends zu einer eigentlichen Berührung kamen, andererseits davon, daß, wahrscheinlich wegen Anwendung theils zu schwacher, theils zu starker Blendgläser dieser Saum beim Anfange der Totalität fast allen Beobachtern entging.

Vergleicht man nun weiter die auf den Sonnenrand reducirten Höhenmessungen der Protuberanzen, so kann man sich der Erkenntniß nicht verschließen, daß in ihnen im Laufe der Finsterniß wesentliche Änderungen vorgegangen sind.

So vergrößerte sich die Höhe der Protuberanz I zwischen Aden und Wha-Tonne innerhalb $1^h\,33^m$ von 65″ bis auf 108″ und scheint dann sich nicht weiter geändert zu haben. Die Differenzen kann man, abgesehen von ihrer Größe, Beobachtungsfehlern deßhalb unmöglich zuschreiben, weil der Mond diese Protuberanz, hätte sie in

[1]) Wollte man die Photographien in Guntoor mitsprechen lassen, so würde sich der Bogen noch um 40° vergrößern. Ich habe sie jedoch nicht berücksichtigt, weil man einwenden könnte, es sei der lichte Rand möglicher Weise nicht der rothe Saum, sondern eine Partie der Corona gewesen.

Aden schon eine Höhe von 108″ besessen, bis zum Ende der Totalität, wo sie ganz gewiß nicht mehr sichtbar war, nicht hätte vollständig verdecken können. Andererseits hätte bei einer Höhe von nur 65″ ihr Verschwinden hinter dem Mondrande in Wha-Tonne bereits 2^m8, nicht erst 5^m0 nach dem Beginne der Totalität eintreten müssen, und in Mantawaloe-kéké hätte sie 3^m4 nach demselben gar nicht mehr gesehen, geschweige denn gemessen werden können.

Noch eigenthümlicher gestalten sich die Höhenänderungen der Protuberanzen II und III. Die erstere nahm bis Masulipatam an Größe noch immer zu, sank aber dann bis Wha-Tonne rasch ein, um hierauf wieder plötzlich emporzuschnellen. Auch hier geht es nicht an, die vorhandenen Differenzen, insbesondere die ganz enorme von 39″ zwischen den Höhenangaben in Wha-Tonne und Mantawaloe-kéké durch Beobachtungsfehler erklären zu wollen. Denn die für Wha-Tonne angegebene Höhe ist das Mittel aus fünf sehr gut unter einander stimmenden Messungen Stephan's; die in Mantawaloe-kéké gefundene auch ein Mittel aus fünf, noch dazu von zwei Beobachtern (Oudemans und P. Nonell) angestellten Messungen.

Bei der Protuberanz III kann man deren Veränderung auch in den Beschreibungen verfolgen. In Aden sah ich sie von kegelförmiger Gestalt, mit der breiten Basis am Mondrande aufsitzend; Tietjen in Moolwar nennt sie eine Protuberanz, die ebenso breit als hoch ist, und in einer ähnlichen Form, nämlich der einer vom Mondrande an sich allmälig verbreiternden, nach Außen ziemlich eben abgeschnittenen Fläche, erscheint sie auch auf den Photographieen in Guntoor. In Wha-Tonne hatte sie weiter fortwachsend schon die Größe der Protuberanz I überschritten und löste sich hierauf innerhalb $1^1/_4{}^h$, bis der Schattenkegel Mantawaloe-kéké erreichte, wahrscheinlich in ein Conglomerat mehrerer kleiner Einzelgipfel auf.

Aus der Zusammenstellung aller Protuberanzenbeobachtungen läßt sich daher folgern:

1. Die Sonne ist von einer schmalen rothen Hülle umgeben, in der durch locale Auftreibungen jene Gebilde entstehen, die wir als Protuberanzen bezeichnen.

2. In den Protuberanzen gehen bereits im Laufe ganz kurzer Zeiten wesentliche Änderungen vor.

Auf eine Vergleichung der Beschreibungen der einzelnen Protuberanzen will ich nur bei der großen fingerförmigen (II) etwas näher eingehen, weil sie vermöge ihrer Größe und baroken Gestalt die Aufmerksamkeit aller Beobachter besonders fesselte. In Aden erschien sie mir in der Form eines schwach gekrümmten Fingers, dessen Basis ohne merkliche Verbreiterung sehr nahe senkrecht am Mondrande aufstand, und erst vom Buge an nach Osten überhing. Dieselbe hatte scharfe Contouren, und war nur am Buge und der Spitze satter, sonst fast durchaus gleichmässig gefärbt. Mit dieser Beschreibung stimmen auch die Wahrnehmungen Oppolzer's und die Photographie unserer norddeutschen Collegen, während die Herren Addison und Thyne in bedeutend lichtschwächeren Fernrohren die Spitze dieser Protuberanz als detachirtes Wölkchen erblickten. Letztere Erscheinung bot sich auch Oppolzer beim Vorbeiziehen leichter Wolken dar. Herschel in Jamkandi vergleicht unsere Protuberanz mit einem ausgestreckten Finger, Tanner in Beejapoor nennt sie eine lange gekrümmte Zunge, sein Mitbeobachter Luxuman eine rothflammende Fackel, und beide stimmen darin überein, daß sie der Längsachse nach zart gestreift war. Ebenso sah sie auch Spoerer in Moolwar von fast weißen Streifen durchzogen, Engelmann klumpig, keulig; Branfill in Guntoor rosenroth mit silberweißen Adern und einem abgelösten Wölkchen an der Spitze, während Tennant in den Original-Photographien deutlich eine spiralige Structur dieser Protuberanz erkennt, und sie nach Janssen einer durch das Gebläse mit Gewalt aus einer Esse herausgepressten Flamme ähnelt. In Masulipatam sah Pogson wieder die Spitze der Protuberanz als Wölkchen von der Basis abgetrennt, und Walker im Inneren derselben ein größeres Loch und zwei hellere Streifen. In Wha-Tonne war nach Stephan's ausdrücklicher Bemerkung kein freischwebendes Wölkchen vorhanden, und es machte die fragliche Protuberanz auf ihn den Eindruck, als ob sie im Inneren gewunden wäre; in Barram-Point endlich vergleicht sie Hennessy mit einem Ziegenhorne ohne nähere Angabe ihrer Structur. Weiter nach Osten hin fehlen Detailbeschreibungen; doch scheint aus dem Vorhandenen mit ziemlicher Sicherheit hervorzugehen, daß die Structur der Protuberanz sich nach und nach zu einer spiraligen ausbildete.

Diese Protuberanz wurde nicht nur von mir und Pogson noch einige Zeit nach dem Ende der Totalität gemessen, sondern von

vielen noch mehrere Minuten länger verfolgt, am längsten von Kero Luxuman und den holländischen Beobachtern, besonders aber von Commijs; ja Ehnle sah sie sogar schon vor dem Anfange der Totalität auf dem noch unverdeckten Sonnenhorne. Auch mit freiem Auge war sie bequem wahrzunehmen, wie die Nachrichten aus Aden, Masulipatam und Barram-Point darthun.

Die Farbe der Protuberanzen im Allgemeinen wird von farblos (Major Tennant in Guntoor) und blaßgelb (Ragoonatha-Chary in Vunpurthy) durch alle Nuancen fortschreitend, blaß-, hell-, dunkelbis rubinroth mit einem Stiche ins Bläuliche angegeben. Eigenthümlich ist ferner der Umstand, daß die Protuberanz III mir in Aden, sowie Pogson und Sharp in Masulipatam viel lebhafter roth gefärbt erschien; während Ehnle in Mantawaloe-kéké sie hell dunkelgelb, die fingerförmige aber rothgelb nennt. In physiologischer Beziehung von höchstem Interesse ist jedoch die folgende Angabe Pogsons: „the great fingerlike protuberance was at the first moment of its magical apparition, of a salmon or straw colour, with the faintest idea of pale pink at its upper extremity, but the space between the trunk and bent arm was unmistakeably sky blue..... During the brief time of measurement its colour was perceptibly changing to a beautiful blush rose tint..... Upon returning from the spectroscope about one minute before the reappearance of sunlight, I was astonished at the vividly intense crimson which all the prominences had assumed.....“ In ähnlicher Weise schien diese Protuberanz nach Sharp sich nach und nach röthlich zu färben, während sie Hennessy, der im Fernrohre von ihrer prachtvoll rothen Färbung entzückt war, mit freiem Auge als ein thurmartiges Gebilde von weißem Lichte vorkam und Ehnle sie vor dem Beginne der Totalität als einen kleinen lichten Bogen auf der noch unverfinsterten Sonnensichel erblickte. Diese Berichte zeigen nicht nur, wie verschieden die Farbenauffassung bei verschiedenen Personen ist, sondern auch wie schwer hin und wieder selbst eine intensive Färbung hervortritt, wenn der Gesichtswinkel des Objectes klein ist, oder dasselbe von einem weit helleren Lichte umstrahlt wird, und wie zuweilen bei einem überreizten Auge Empfindlichkeit für Farben erst nach und nach wieder zurückkehrt. Daß ich die scheinbar einander widersprechenden Angaben vom Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines abgelösten Wölkchens an der Spitze der finger-

förmigen Protuberanz mindestens in diesem Falle für eine Folge der Anwendung verschieden starker Fernrohre halte, indem in kräftigeren Instrumenten lichtschwächere Partien der Protuberanzen noch deutlich hervortreten, die in schwächeren sich nicht mehr merklich vom Hintergrunde abheben, habe ich bereits in meinem Berichte bei der Besprechung der Beobachtungen der englischen Officiere erwähnt. Jetzt möchte ich als einen wichtigen Factor noch die größere oder geringere Empfindlichkeit der einzelnen Beobachter für schwache Farbennuancen hinzufügen.

Bei dieser Finsterniß wurde an der Protuberanzenkette III noch eine mir vorläufig räthselhafte Erscheinung so oft und bestimmt wahrgenommen, daß ich sie hier nicht mit Stillschweigen übergehen will. Mir selbst schien in Aden der rothe Saum, der kurz vor dem Ende der Totalität auftrat, wenige Augenblicke vor dem Wiedererscheinen der Sonne an seiner Aussenseite plötzlich einen tiefblauen Schimmer anzunehmen und Thyne sagt von demselben: „first view red, rapid change to blue edged with white.“ Aus Masulipatam schreibt Sharp: „the first break of restored sunlight seemed intensely bright, and just after the re-appearence a narrow rim of shaded colours mixing from red to yellow on the west, and merging into blue and purple on the south, appeared to surround the moons disc on those sides.“ Am Dampfer Labourdonnais kündigte sich das Ende der Finsterniß „par l'apparition d'une nappe de lumière d'un violet magnifique“ an, und auf Barram-Point endlich erzählt Hennessy: „in colour however this protuberance at the lower limb differed from either of the former ones. Its left edge was a bright blue, like a brillant sapphire with light thrown upon it; next to that was the so-called rose-colour, and, at the right corner, a sparkling ruby tint.“ Ähnliche Erscheinungen werden, wenn auch nicht so bestimmt bei früheren Finsternissen mehrfach erwähnt, und zwar beispielsweise 1851 Juli 28 von Good in Kropp (Schweden) 1865 April 25 von Baron Prados in Rio de Janeiro; etc.

Schließlich sei noch der schmale helle Lichtfaden erwähnt, welcher dem Verschwinden der eigentlichen Sonnenscheibe nachfolgt, und dem Wiedererscheinen derselben vorhergeht. Dieser Lichtfaden wurde beim Beginne der Totalität in Guntoor, beim Ende derselben in Aden, Masulipatam und Barram-Point, und sowohl beim Beginne als auch beim Ende der Totalität von den französischen

Beobachtern in Wha-Tonne bemerkt. Diesem Lichtsegmente dürfte wohl in den zu Guntoor aufgenommenen Photographien, die auf der ersten Platte vorkommende verbrannte Parthie des südöstlichen Quadranten (Tennant nennt es some glare) zuzuschreiben sein. Stephan sucht durch dasselbe den Unterschied von 12", der in der Angabe des Beginnens der Totalität zwischen Tisserand und Olry einerseits, und Hatt und Stephan andererseits herrscht, zu erklären, allein wie ich glaube nicht sehr glücklich. Tennant hält diesen Lichtfaden für das dichte Gas, dessen Absorption die Fraunhofer'schen Linien bedingt; ich hingegen sehe ihn nicht als eine neue Sonnenhülle, sondern als ein einfaches Beugungsphänomen an.

In Bezug auf Polarisation wurden die Protuberanzen, namentlich die große fingerförmige von Campbell in Jamkandi und Branfill in Guntoor untersucht und dabei gefunden, daß dieselben kein polarisirtes Licht aussenden.

Das Spectrum der Protuberanzen wurde von allen Beobachtern, die dasselbe erforschten, als ein discontinuirliches, leuchtenden Gasen angehöriges erkannt. So erblickte Herschel in Jamkandi im Spectrum der fingerförmigen Protuberanz (II) drei helle Linien; Tennant in Guntoor deren fünf, und Janssen nicht nur in dieser, sondern auch in der complicirten (I) eben so viele. Pogson in Masulipatam untersuchte das Spectrum der Protuberanz I und fand darin fünf helle Linien. In Wha-Tonne sah Hatt mit einem schwachen Apparate nur zwei helle Linien, Rayet hingegen in seinem kräftigen Spectroscope im Spectrum von II sogar neun, die er für *B*, *D*, *E*, *b*, eine unbekannte, *F*, und zwei der Gruppe *G* hielt, und in dem Spectrum von III acht, indem darin eine Linie der Gruppe *G* fehlte. Rayet schließt daraus, daß nicht alle Protuberanzen ein gleiches Licht aussenden, und fand noch die bemerkenswerthe Thatsache, daß die drei hellsten Linien (*D*, *E*, *F*) sich in schwachen Fortsätzen weiter erstrecken als die übrigen, was auf eine Ausdehnung einzelner Protuberanzengase über die Grenzen der anderen hindeutet. Damit könnte recht wohl auch die sonst auffällige Erscheinung erklärt werden, daß alle länger exponirten Platten der Guntoorer Photographien (Nr. 2, 3 und 4) die Dimensionen der Protuberanzen größer ergeben, als die kurz exponirten (Nr. 1, 5 und 6). Ferner dürfte auch der rothe Schein, den Oppolzer nach dem Verschwinden der Protuberanz I und vor dem Auftauchen der

III sah, eher solcher schwach leuchtenden Protuberanzenmaterie, als einem Beugungsphänomen zuzuschreiben sein.

Die meisten Beobachter identificirten die drei hellsten Protuberanzenlinien mit den Fraunhofer'schen Linien *C*, *D* und *F*. Allein Janssen erkannte gleich am folgenden Tage, bei dem ersten gelungenen Versuche, die Protuberanzenlinien auch außerhalb totaler Sonnenfinsternisse zu beobachten, daß blos die Coincidenz der Linien *C* und *F* reell sei, die von *D* aber nicht, und daß in den Protuberanzen Veränderungen von ungeahnter Größe und Schnelligkeit vor sich gehen.

Ausser den eben genannten haben noch Capt. Rennoldson an Bord des Rangoon, und Capt. Haigh in Bejapoor mit kleinen Handspectroskopen Spectralbeobachtungen angestellt. Allein das, was der erstere über seine Beobachtungen mittheilt, ist geradezu unverständlich, und die Angabe des letzteren, daß das Spectrum der Protuberanz III aus einem röthlichen und goldgelben Bande bestand, und das des Mondes, knapp vor dem Ende der Totalität, aus einem grünen und indigoblauen, zeigt, daß auch sein Spectroskop für derartige Untersuchungen nicht geeignet war. Dies ist deßhalb zu bedauern, da das letztgenannte Spectrum wohl nur dem oben erwähnten, sonst nirgends spectroskopisch untersuchten Lichtfaden angehören kann.

Der Corona wurde im Allgemeinen eine geringere Aufmerksamkeit zugewendet als den Protuberanzen, und es war überdies der Zustand des Himmels im ersten, westlichen Theile des Schattenlaufes einer genaueren Beobachtung derselben ungünstig. Das über dieselbe gesammelte Material ist deßhalb ein sehr mäßiges.

In Aden stand die Sonne während der Totalität in einer kleinen Wolkenlücke, und dies beeinträchtigte die Beobachtung der Structurverhältnisse der Corona wesentlich. Doch sah ich aus dem matten 6′—8′ breiten Coronaringe zwei längere Strahlenbüschel hervorragen. Das erste war einem, im Positionswinkel von beiläufig 140° mit seinem Scheitel am Mondrande aufsitzenden parabolischen Bogen, der sich sicher weiter als 20′ erstreckte, nicht unähnlich; das zweite, kürzere zwischen 210°—250°, verlor sich schon in 12′—15′ Entfernung im Hintergrunde. Tiele schätzte mit freiem Auge die Breite des Coronaringes zu $1\frac{1}{2}$′—3′; der innere Theil desselben erschien ihm als eine continuirliche Lichtmasse, der äußere strahlig. Die hellste Stelle

befand sich nach seiner Schätzung im Positionswinkel von 280°, und dort war auch die Breite des continuirlichen Lichtes am größten. Bei 140° etwa zeigte sich ein breiterer, strahlenförmiger Saum von 30° Ausdehnung, von dem Strahlenbüschel bis zu einer Länge von ¾°—1° ausgingen, die ihre concaven Seiten einander zukehrten. Bei 320° war wahrscheinlich ebenfalls ein, aber schwächeres Strahlenbüschel vorhanden. Addison endlich setzt in seinem Diagramme die Mitte längerer Coronaäste auf 20° und 200°.

Aus diesen Angaben scheint hervorzugehen, daß zwei, und zwar sehr lange Strahlenbüschel, die in der Nähe des Mondrandes gekrümmt waren, und die concaven Seiten einander zukehrten, bei 140° sich befanden, und daß überdies noch drei kürzere bei 20°, 240° und 320° vorkamen.

Aus Jamkandi berichtet Campbell, daß die große Helligkeit der Corona ihn in Erstaunen setzte, ohne etwas Näheres über deren Structur anzugeben; in Beejapoor war sie zwischen Wolken gesehen sogar so hell, daß die Finsterniß anfänglich auf alle Beobachter den Eindruck einer annulären machte; übrigens zeigte die Corona dort, nach Capt. Tanner, keine Unregelmäßigkeiten, sondern verlor sich überall gleichmäßig in den Hintergrund. In Moolwar sah sie Spoerer in einer Wolkenlücke als ziemlich gleichförmigen Ring in der Farbe der Blumenblätter der Feuerlilie, und Engelmann als einen weißen im Mittel 6′—7′ breiten Strahlenkranz ohne größere Strahlen, während ein daselbst anwesender deutscher Kaufmann solche bemerkt haben will. In Vyaperla sollen in der Corona vier breite lange Strahlen sichtbar gewesen sein, und aus Guntoor theilt Capt. Branfill mit, daß die hellste Stelle derselben in der Nähe der complicirten Protuberanz war, also in einem Positionswinkel von beiläufig 137°, was auch durch die Photographien bestätiget wird, auf denen nur an jener Stelle deutliche Spuren der Corona erscheinen. Auf der Zeichnung von Major Macdonald in Bezwarra, die übrigens mit seiner Beschreibung nicht übereinstimmt, kommen zwei größere Strahlen bei 150° und 230° vor.

In Masulipatam erschien der weiße Coronaring sowohl Pogson als auch Walker und Winter in seinen inneren Partien homogen, nach aussen zu strahlig, und entsendete vier nahe senkrecht auf einander stehende Strahlenbüschel, deren längere nach Winter in den Positionswinkeln 315° und 135° und deren kürzere

in 40° und 220° sich befanden. Sharp ebendaselbst vergleicht die Structur der Corona mit der des Nordlichtes, und erwähnt ausdrücklich, daß sie während der Finsterniß sich nicht änderte.

Auf dem Dampfer Rangoon wurde die Corona durch Wolken mäßig hell und von goldgelber Farbe gesehen, auf dem Labourdonnais zeigten sich lange Strahlen in ihr. In Wha-Tonne war sie der Beschreibung zu Folge weiß, und von vier Gruppen besonders hervortretender Strahlen durchzogen, die den Protuberanzen zu entsprechen schienen, und nach der fingerförmigen Protuberanz orientirt, die nachstehenden Positionen besaßen:

Stephan	79°;	124°;	216°, 246°, 273°;	323°
Bordes	76;	126;	225—265;	330
Olry	76;	156;	230, 256, 280;	335

Die Positionsangaben Stephans sind das Mittel seiner drei Zeichnungen.

Auf Barram Point änderte sich der Anblick der Corona im Verlaufe der Totalität nicht; ihre Structur war sehr unregelmäßig, haarig. In Gorontalo zeichnet Marineofficier Schuylenburg drei längere Strahlen in den Positionswinkeln 135°, 240° und 315°, die auch auf der phantastischen Zeichnung vom Assistent-Resident Riedel wieder zu erkennen sind.

In Mantawaloe-kéké zeigen die Abbildungen der holländischen Beobachter folgende größere Strahlen:

Oudemans		65°	80—130°	250°	320°
Ehnle		60	135	240	345
Commijs			135—185	325—25	
Rovers	50°	80	125	290	320

Die Spanier hingegen setzen die Hauptstrahlen in einer Zeichnung auf 105°, 150° und 310°, in einer zweiten auf 80°, 130°, 260° und 320°, und lassen vom vorletzten dieser Strahlen, noch einen hellen, fast tangentialen Lichtstreifen in der beiläufigen Länge eines Monddiameters ausgehen. Die Farbe der Corona schätzte Oudemans weiß, schwach mit pfirsichblüthenroth tingirt. Ehnle und Commijs wollen eine Farbenänderung in derselben wahrgenommen haben; allein die Angaben derselben lassen kaum einen Zweifel, daß es sich hier blos um subjective Färbungen in Folge von Überreizung des Auges handle. Ehnle mindestens, der die Farbenänderung am

deutlichsten ausgeprägt sah, muß die letzten Phasen der partiellen Finsterniß durch ein sehr schwaches Blendglas beobachtet haben, da er sonst die fingerförmige Protuberanz nicht auf der noch unverfinsterten Sonnensichel gesehen haben könnte. Wichtiger sind einige andere Notizen, welche auf reelle Veränderungen im Aussehen der Corona während der Totalität hinweisen. Ehnle bemerkte die Coronastrahlen erst gegen das Ende der Totalität sehr auffällig, und auch nach Commijs traten die zwei breiten Strahlen, die er zeichnet, erst in der vorletzten Minute auf. Die Spanier sprechen ebenfalls von Veränderungen innerhalb der perlmutterartig glänzenden silberweißen Corona, indem namentlich der oben erwähnte tangentiale Lichtstreifen erst in der fünften Minute der Totalität entstanden sein soll.

Trotz der verschiedenen Differenzen in Einzelheiten stimmen diese Berichte doch im Allgemeinen besser unter einander überein, als man nach den Erfahrungen bei früheren Finsternißen erwarten durfte. Die Structur der äußeren Theile des Coronaringes wurde allgemein als strahlig erkannt; das lange Strahlenbüschel, welches sich in einem Positionswinkel von etwa 140° über der Protuberanz I erhob, wurde, mit wenigen Ausnahmen, von Aden bis Mantawaloekéké gesehen, und dasselbe war auch mit dem ihm bei 320° diametral gegenüberliegenden der Fall. Ebenso lassen sich auch die beiden nahe senkrecht auf diesen stehenden, zuerst von den Beobachtern in Masulipatam genauer bestimmten kürzeren Lichtbüschel, von diesem Orte an, so weit es mittelst mangelhafter Zeichnungen möglich ist, bis Mantawaloe-kéké verfolgen. Überdies traten drei der Hauptstrahlen (bei 80°, 140° und 320°) an der Stelle der drei größeren Protuberanzengebilde (II, I und III) auf. Ob dieses Zusammentreffen auf ein bloßes Spiel des Zufalles oder auf einen reellen Zusammenhang zurückzuführen sei, läßt sich heute noch nicht entscheiden; so viel steht indeß fest, daß die Beobachtungen dieser Finsterniß zu Gunsten eines Zusammenhanges der Coronastrahlen mit dem Sonnenkörper sprechen.

In Bezug auf Polarisation wurde die Corona von Campbell in Jamkandi, Branfill in Guntoor und Winter in Masulipatam mit Erfolg untersucht. Die Beobachtungen des ersteren lassen außer der Thatsache, daß die Corona polarisirtes Licht entsende, mit Sicherheit nichts weiteres erkennen; die der beiden letztgenannten stellen

[illegible] daß die [illegible] an allen Stellen der [illegible] durch den [illegible] gehe.

Das Spectrum der [illegible] in [illegible] Marmoudier [illegible] in [illegible] N. Pignon gesehen, und alle stimmen darin überein, daß es ein continuirliches Spectrum ohne helle und dunkle Linien gewesen sei.

Als am 8. Juli 1842 sich während der Totalität den Astronomen ganz unvermuthet die sogenannten Protuberanzen zeigten, hatte man zu einer genaueren Beobachtung derselben keine entsprechenden Meßapparate zur Hand, und mußte sich daher begnügen, in aller Eile flüchtige Skizzen von ihnen zu entwerfen. Bei der Vergleichung dieser und der verschiedenen Beschreibungen begegnete man indeß den größten Differenzen nicht nur in Zahl (nach Valz und mehreren Mitbeobachtern in Marseille waren dort gar keine sichtbar; nach Casari in Vicenza 5, die er selbst für 12 zählt, an den meisten anderen Orten 2—3), Größe und Position dieser Gebilde, sondern auch in deren Structur und Farbe. Die meisten Beobachter verglichen sie mit Gletschern, welche von der Abendsonne geröthet sind; manche hingegen (wie C. v. Littrow, Schaub, Werdmüller von Elgg in Wien) beschreiben sie als gestreift, Casari in Vicenza endlich als strahlig, züngelnden Flammen gleich. Die Farbe wurde von weiß (Werdmüller von Elgg) durch alle Nüancen von blaßroth bis rubinroth angegeben; ja um die Verwirrung noch zu steigern waren nach Piola in Mailand nur die Contouren der Protuberanzen hell-, das Innere sehr matt leuchtend und kamen nach v. Littrow während der Totalität selbst Farbenänderungen in ihnen vor. Höhenänderungen bemerkten die meisten Beobachter an diesen Phänomenen nicht, oder sprechen mindestens nicht davon, einige hingegen sahen solche sehr deutlich, wie Mauvais und Mayette in Perpignan und Pinaud und Boisgard in Narbonne, denen es schien, als ob die Protuberanzen nach und nach durch das Vorüberziehen des Mondes, aufgedeckt würden. Messungen von Protuberanzen hat bei dieser Finsterniß nur Petit in Montpellier ausgeführt, und dabei das Vorhandensein von Höhenänderungen constatirt.

Da man damals noch nicht so viele Erfahrungen wie heute über die Größe der subjectiven Differenzen bei dieser Art von Beobach-

tungen hatte, ist es begreiflich, daß viele Astronomen die Protuberanzen für Diffractionsphänomene, verursacht durch die Unebenheiten des Mondes hielten. Bei der folgenden totalen Sonnenfinsterniß am 21. December 1843 sah Caldecott in Paratt (Malabar), wo die Finsterniß allerdings eben nur noch total war, wohl Baily's beads, aber keine Protuberanzen; hingegen vermehrten die Wahrnehmungen Kutczycki's in Honolulu bei der Finsterniß vom 7. August 1850, die an Totalitätsdauer mit der des Jahres 1868 rivalisirt, die Schwierigkeiten einer optischen Erklärung der Protuberanzen erheblich. Kutczycki nämlich bemerkte, ausser einem vollkommen vom Mondrande abgelösten rothen Wölkchen, eine allmählige Höhenabnahme bei jenen Protuberanzen, nach welchen sich der Mond hinbewegte, und eine allmählige Höhenzunahme bei jenen, von welchen er sich wegbewegte. Die Finsterniß am 28. Juli des folgenden Jahres durchzog Schweden und Nordostdeutschland, und lockte eine große Zahl von Astronomen, mit trefflichen Hilfsmitteln ausgerüstet, in die Zone der Totalität. Während derselben wurden an vielen Orten die Positionen der zahlreichen Protuberanzen bestimmt, und deren Höhenänderungen gemessen: man sah sehr allgemein sowohl am Anfange als Ende der Totalität den Mondrand an der Berührungsstelle mit dem Sonnenrande durch weite Strecken von einem schmalen, den Protuberanzen an Farbe gleichen Saume eingefaßt; eine Erscheinung die, aber mit Bestimmtheit nur beim Ende der Totalität, schon im Jahre 1842 von einigen Beobachtern, Conti in Padua, Schuhmacher in Wien, Schidlowsky, O. Struve (Anfangs) in Lipezk etc. und 1850 auch von Kutczycki bemerkt worden war. Fast alle Beobachter stimmten ferner darin überein, daß die Höhenänderung der Protuberanzen so vor sich gehe, als ob der Mond über dieselben hinwegstreiche. Diese Thatsache, verbunden mit den scharfen Contouren dieser Gebilde, gab in den Augen der Mehrzahl der Astronomen der optischen Hypothese den Todesstoß, und regte sie an, einem Zusammenhange der Protuberanzen mit anderen Vorgängen auf der Sonnenoberfläche nachzuspüren. So suchte v. Littrow, die zuerst durch Boguslawski ausführlicher erörterte Hypothese eines Connexes zwischen Protuberanzen und Flecken durch Rechnung zu prüfen, während Schweizer eine Zusammengehörigkeit derselben mit den Sonnenfackeln dadurch zu begründen suchte, daß um die Zeit der Finsterniß nahe am Sonnenrande Fackelgebilde vorkamen, welche in Lage und Form mit den beobachteten Protuberanzen eine gewisse

Ähnlichkeit darboten. v. Littrow (Astr. Nach. XXXIV, p. 31) und einige Zeit nachher auch W. Swan (Transactions of the Roy. Soc. of Edinburgh Vol. XX, p. 445 ff.) stellten schon damals die Theorie auf, die sich jetzt glänzend bestätigt hat, dass die Protuberanzen nur Auftreibungen einer schmalen rothen Sonnenhülle sind, von der wir Theile als rothen Saum am Anfange und Ende der Totalität sehen; etc.

Die Zahl der Astronomen, welche der optischen Hypothese noch immer treu blieben, war indeß keine ganz geringe. Es zeigten sich nämlich in der Form, dem Aussehen, und der Farbe der Protuberanzen zwischen den Beschreibungen der einzelnen Beobachter wo möglich noch größere Discrepanzen als im Jahre 1842. Manche wollten die Form dieser Gebilde im Laufe der Totalität sich verändern (d'Abbadie in Fredriksvaern), manche sogar das Verschwinden des einen und andern derselben (Agardh auf der Festung Carlsten) gesehen haben. Man wollte ferner auch Andeutungen von fortschreitenden Metamorphosen, insbesondere an einem, neben einer großen hakenförmigen Protuberanz befindlichen freischwebenden Wölkchen gefunden haben, das zuerst an der Ostseite Schwedens, und zwar allgemein, an der Westseite aber noch nirgends mit Bestimmtheit erwähnt wird. Versetzte man nun die Protuberanzen in die Region der Sonne, so mußte man, die eben erwähnten Wahrnehmungen als reell vorausgesetzt, zugeben, daß in ihnen Änderungen von einer geradezu unglaublichen Größe und Vehemenz vorgehen. Dazu kam noch, daß die Messungen der Höhenänderungen, wohl ihrem Sinne, aber in den weitaus meisten Fällen nicht ihrer Größe nach mit der Mondbewegung übereinstimmten, also durch sie im Grunde nicht vollständig erklärt werden konnten.

Endlich wurde auch mehrfach eine, ebenfalls bereits in ihren Rudimenten, im Jahre 1842 gesehene Erscheinung bemerkt, welche am trefflichsten Schmidt folgendermaßen beschreibt: „Nun glaubte ich im Momente der Bildung dieses (stark rosenrothen, scheinbar aus einer großen Menge der kleinsten Protuberanzen bestehenden) Bogens das Sonnenlicht erwarten zu müssen; in demselben Augenblicke trennt sich die rothe Curve vom dunklen Mondrande, und zwischen beiden tritt eine silberweiße strahlende, und höchst intensive Lichtlinie hervor, concentrisch mit der rothen, scharf von dieser, noch mehr vom Monde geschieden. Eine Secunde lang mochte ich sie gesehen haben, zweifelnd wegen der doch zu geringen Helligkeit,

ob das Ende der Totalität eingetreten sei, als plötzlich, sichelförmig im gewaltigen Glanze das wahre Licht der Sonne wie ein Blitzstrahl hervorschoß, und in demselben Augenblicke die ganze Reihe der wunderbaren Erscheinungen zum Verschwinden brachte."

Die Beobachtungen der totalen Finsternisse am 30. November 1853 und 7. September 1858 lieferten keine neuen, entscheidenden Wahrnehmungen. Bei der ersten wurden von Moesta und seinem Assistenten Lyra in Onoaje (bei Pisco) außer einer röthlichen Protuberanzenreihe, die sich verfärbte und dabei verschwand, noch zwei schwarze Protuberanzen gesehen; bei der zweiten von Gillis und seinem Begleiter Raymond die vorhandenen Protuberanzen zu Olmos als weiss, von französischen Officieren zu Paita hingegen als hellroth geschildert. Die letztgenannte Finsterniß wurde auch von einer brasilianischen Expedition unter der Leitung von Liais zu Paranagua, Campinas und Pinheiros in Brasilien auf eine vorzügliche Weise beobachtet, und es wurden unter anderem von Liais zwei weiße, schwarz eingefaßte Protuberanzen gesehen. Erst bei der Finsterniß am 18. Juli 1860 sollte die schon im Jahre 1842 von mehreren Beobachtern (Margette in Perpignan, Conti, Biela, v. Littrow), im Jahre 1851 aber ziemlich allgemein bemerkte Erscheinung, daß die Protuberanzen, wenn auch ohne merkbare Färbung, selbst außerhalb der Totalität bis zu nicht ganz unbeträchtlichen Phasen sichtbar bleiben, die Frage über den Ursprung dieser Gebilde einer definitiven Entscheidung zuführen. Es gelang nämlich Bruhns zu Tarazona, eine mächtige, nahezu senkrecht auf der Richtung der Mondbewegung gelegene Protuberanz, durch ein rothes Blendglas bereits 2^m vor dem Beginne der Totalität zu erblicken und bis 6^m3 nach dem Ende derselben zu verfolgen, oder, die 3^m4 der Totalität hinzugerechnet, im Ganzen durch 11^m7 zu sehen. Während dieser ganzen Zeit, änderte sich der Positionswinkel dieser Protuberanz in Bezug auf die Sonne um keine merkbare Größe, in Bezug auf den Mond hingegen um mehr als 20°, zum sicheren Zeichen, daß sie mit den Unebenheiten des Mondprofiles in keinem Zusammenhange stehen könne. Zu dem gleichen Resultate kam auch Secchi durch Messen der Positionswinkel derselben Protuberanz auf den in Desierto de las Palmas ausgeführten Photographien. Dieser Thatsache gegenüber mußten alle Bedenken, die man gegen die solare Natur der Protuberanzen aus deren scheinbarer Variabilität etc. geschöpft hatte,

schwinden, und es reducirte sich die Zahl jener, welche sie auch jetzt noch optisch erklären wollten auf eine kleine Gruppe von Astronomen, die sich größtentheils in der Nähe von Castellon de la Plana um den Greifswalder Physiker Feilitzsch, den Hauptverfechter der optischen Hypothese geschaart hatten. Allein auch diesen mußte noch der letzte Boden unter den Füßen weggezogen werden, als es bei der österreichischen Expedition zur Beobachtung der ringförmigen Sonnenfinsterniß am 6. März 1867 dem Marineofficier J. Rziha gelang, in der Nähe von Ragusa eine Protuberanz auf der Sonnensichel aufsitzend zu erblicken. Es ist dies soviel ich weiß bisher das einzige Beispiel, daß bei ringförmigen Sonnenfinsternissen eine Protuberanz gesehen wurde, während die Beobachtungen von Ehnle in Mantawaloekéké, und die von Hough und Swift bei der folgenden totalen Sonnenfinsterniß am 7. August 1869 zu Mattoon (Illinois) die Möglichkeit Protuberanzen auf der Sonnensichel zu erkennen, neuerdings constatirten. Heute nun, nachdem es in Folge der Erfahrungen bei der Finsterniß des Jahres 1868 nicht nur gelungen ist, die hellen Protuberanzenlinien jederzeit aufzufinden, sondern auch nach Verbesserung der ursprünglich von Janssen und Lockyer angegebenen Methode durch Zöllner, Huggins und Lockyer, selbst der Form nach spectroskopisch zu beobachten, hat die optische Hypothese selbstverständlich nur mehr ein historisches Interesse.

Ergänzend sei noch erwähnt, daß es bei der Finsterniß des Jahres 1860 Gillis, der auf einer Prairie bei Steilacoom in der Nähe des Anfangspunktes der Totalitätszone beobachtete, gelang, den rothen Saum fast rings um die ganze Sonnenscheibe zu erblicken. Er beschreibt diese interessante Wahrnehmung folgendermaßen: „At the moment of totality beads of golden and ruby coloured light flashed almost entirely around the moon. I do not think, this band could have been more than 10″ or 12″ broad. It was generally separated from the sharp lunar disc by a delicate line of white light, which disappeared as the changes of form or colour took place. It broke up suddenly at $4^h\ 47^m\ 56'5$ (26'6 after the first internal contact of limbs).

Der Corona wurde im Jahre 1842 relativ die meiste Aufmerksamkeit geschenkt, weil man auf deren Erscheinen als das interessanteste Phänomen während der Totalität durch Berichte über ältere Finsternisse vorbereitet war. Sie wurde im Allgemeinen als ein heller,

schwachgefärbter Ring um den Mond gesehen, der sich allmählig im Hintergrunde verlor, aber an einzelnen Stellen längere Strahlen aussendete, über deren Form, Dimension, Lage und Zahl jedoch die größten Varianten vorkommen. Die Lichtstärke der Corona, die Belli in Padua mittelst der Methode der Schatten bestimmen wollte, scheint nicht überall dieselbe gewesen zu sein. Denn während im westlichen Theile des Schattenlaufes die Helligkeit derselben etwa der des Vollmondes gleichgesetzt werden kann, erschien sie O. Struve und A. Schidlowsky in Lipezk in beständiger Bewegung, und in einem solchen Glanze, daß das unbewaffnete Auge ihn nur mit Mühe ertrug. Majocchi in Mailand und Cauvy in Montpellier fanden die chemische Wirkung der Corona sehr gering; Magrini in Mailand ihre thermische Wirkung größer als die des Vollmondes; Fusinieri in Vicenza zerlegte deren Licht durch ein Prisma, und bemerkte, daß grün darin fehle; etc. Bei den folgenden Finsternissen absorbirten die Protuberanzen so ausschließlich die Aufmerksamkeit der Beobachter, daß man auf die Corona meist nur einen flüchtigen Blick warf, und in Folge dessen in den Beschreibungen derselben so große Verschiedenheiten, besonders in Bezug auf Lage, Form und Länge ihrer Strahlengebilde, so wie deren Veränderungen im Verlaufe der Totalität registrirt werden, daß sich aus ihnen kaum etwas sicheres ableiten läßt. Ich will daher hier nur eine Beobachtung von Liais in Paranagua herausheben, welche ein specielleres Interesse beansprucht. Die Structur der Corona war eine sehr complicirte; es fehlte ein eigentlicher Ring, dafür aber traten zahlreiche Strahlensysteme auf. Einer dieser Strahlen verlief an seiner Wurzel sehr nahe tangentiell am Mondrande, und streifte dabei eine Protuberanz. Liais sah nun, indem er seine Aufmerksamkeit dieser Gegend zuwendete, nach und nach die Protuberanz, und den Strahlenbüschel, der seine Lage gegen dieselbe dabei nicht änderte, hinter dem Mondrande verschwinden. Daraus schließt er, daß die Corona jenseits des Mondes sich befinden, also der Sonne angehören müsse.

Auch die Corona wurde bei mehreren Gelegenheiten schon etwas länger gesehen als die Totalität dauerte, so unter anderen 1851 von O. Struve in Lomsa durch Herausstellen der Sonnensichel noch während $2^1/_2{}^m$; ja im Jahre 1865 sah sie am 25. April Baron Prados in Rio Janeiro, wo es nicht mehr ganz zu einer totalen Finsterniß kam.

Auf die Untersuchung der Polarisation der Corona verlegte man sich auf Anrathen von Arago bereits bei der Finsterniß vom Jahre 1842 und zwar führten Arago mit Mauvais in Perpignan, Gabba in Mailand, betreffende Beobachtungen aus, und constatirten, daß die Corona polarisirtes Licht entsende. Dies befriedigte jedoch Arago nicht, weil es nicht gelang, die Ebene der Polarisation festzulegen, und daher nicht entschieden werden kann, ob die angezeigte Polarisation nicht bloß die der Atmosphäre sei. Im Jahre 1850 will Kutczycki in Honolulu die Protuberanzen theilweise, die Corona gar nicht polarisirt gefunden haben, doch spricht er selbst mit wenig Vertrauen von seinen Resultaten. Erst im Jahre 1851 gelang es Edlund zu Wernamo, die Polarisationsebene der Corona zu ermitteln. Er fand, daß sie in jedem Punkte radial zum Monde gerichtet war, woraus er schließt, daß die Corona, eine im reflectirten Sonnenlichte leuchtende Atmosphäre der Sonne sei. Ebenso fand auch Liais 1858 in Paranagua die Polarisationsebene der Corona normal zum Rande, und hält seine Beobachtung deßhalb für besonders maßgebend, weil das Doppelgestirn zur Zeit der Totalität sich in einem neutralen Punkte befunden haben soll[1]. An den Protuberanzen war keine merkliche Polarisation wahrnehmbar. Beide Resultate wurden bei der Finsterniß des Jahres 1860 besonders schön von Prazmowsky zu Briviesca bestätiget; und wie wir oben gesehen haben, gab auch die Finsterniß von 1868 dieselben Resultate. Bei der totalen Finsterniß am 7. August 1869 fand Young in Burlington (Iowa) das Spectrum der Corona polarisirt, in einer durchs Sonnencentrum gehenden Ebene. Pickering hingegen, der auf Mount Pleasant (Iowa) beobachtete, behauptet, das Licht der Corona sei unpolarisirt, das des umgebenden Himmels stark polarisirt gewesen. Mit welchen Hilfsmitteln dies Resultat erzielt worden sei, kann ich nicht angeben; es steht mir daher auch kein Urtheil über das Vertrauen zu, das ihm gebührt.

Arago hielt das Vorhandensein einer merkbaren Polarisation der Corona für ein sicheres Zeichen, daß sie kein Diffractionsphänomen, sondern eine Sonnenathmosphäre sei; nach Feilitzsch hingegen ist die Auffindung einer Polarisation in der Ebene des jedesmaligen Mondhalbmessers gerade ein Beweis, daß sie durch Beugung des Sonnenlichtes in den Mondschatten entstehe. Bei der Finsterniß des

---

[1]) Diese Behauptung ist mir nicht ganz verständlich. (Weiss.)

Jahres 1868 sprach sich Janssen gegen die solare Natur der Corona aus, weil er in seinem Apparate ein Spectrum derselben nicht wahrnahm; und auch Lockyer ist noch heute derselben Ansicht.

Eine spectralanalytische Untersuchung von Corona und Protuberanzen wurde das erste Mal von meinem Bruder Dr. Adolf Weiß, damals Docent, jetzt Professor der Pflanzenphysiologie, bei der Finsterniß am 31. December 1861, zu deren Beobachtung ich mich mit ihm nach Arkadien begeben hatte, versucht. (Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissensch. math. naturw. Classe XLV, 385 ff.) Da jedoch die Sonne während der Totalität in dichten Wolken sich befand, konnte nur constatirt werden, daß eine etwa 30°—40° von der Sonne entfernte größere Partie blauen Himmels in einem allerdings sehr blassen Spectrum noch immer die hauptsächlichsten Fraunhoferschen Linien zeige. Wegen der ungemein geringen Breite der Totalitätszone — sie betrug blos 1·6 geogr. Meilen — war jene Partie der Atmosphäre noch von einem feinen Sonnensichelchen erleuchtet; es weist daher diese Beobachtung nach, daß das Spectrum des Sonnenrandes sich von dem der gesammten Scheibe nicht wesentlich unterscheide. Dies Resultat wurde durch die Wahrnehmungen Janssens bei der ringförmigen Finsterniß vom 6. März 1867 zu Trani und im Jahre 1868 durch Rayet in Wha-Tonne bestätiget. Es war übrigens bereits von Forbes bei der ringförmigen Finsterniss des Jahres 1836, und für mäßige Phasen 1851 durch Carlini in Monza nachgewiesen worden, indem sie einfach das durch ein Prisma entworfene Spectrum beobachteten.

Über die Spectraluntersuchungen am 18. August 1868 wurde bereits oben gesprochen. Bei der Finsterniss am 7. August des Jahres 1869 fand zu den bereits bekannten Thatsachen Harkness in Des Moins, daß die Zahl der hellen Linien in einer Protuberanz von deren Basis gegen die Spitze hin abzunehmen scheine und zuletzt blos eine und zwei übrig bleiben: ein Resultat, dessen genauere Untersuchung bei kommenden Finsternissen sehr zu wünschen wäre. Im Spektrum der Corona sah er eine helle Linie. Young in Burlington ebenfalls eine helle, und vielleicht nebst dieser noch zwei andere. Die eine, auffälligste wird für eine Eisenlinie gehalten, welche auch im Spectrum des Nord- und Zodiacallichtes sich vorfinden soll. Beide Beobachter sahen jedoch die helle Linie nur in einem der intensivsten Theile der Corona, die dort einen wolkenartigen Lichtknoten zeigte.

Endlich sei noch erwähnt, daß Young mit gutem Erfolge den Versuch machte, den Anfang der Finsterniß durch die allmählige Verdeckung der hellen Linie *C* spectroscopisch zu bestimmen. Die Verdeckung der genannten Linie beanspruchte gegen $^1/_3{}^m$, und die von ihm als Anfang der Finsterniß notirte Zeit, stimmt mit der aus den Photographien berechneten auf Bruchtheile einer Secunde überein, ist jedoch 5ˢ—15ˢ früher als die Angaben der andern Beobachter. Young machte ferner die Bemerkung, daß im Spectroscope die Trennungslinie der Sonnenscheibe und des Mondrandes stets sehr scharf war, und daß die Spectrallinien bis zu derselben wohl definirt blieben, selbst dann noch als die Sichel schon ganz ungemein fein war, und der Spalt sehr schief gegen die letztere stand. Dies kann nach Young entweder ein Beugungsphänomen sein, wofür der helle Saum an den Photographien sprechen würde, oder aber auch Spuren einer Mondatmosphäre andeuten.

Der erste Versuch, die Erscheinungen totaler Finsternisse zu fixiren, wurde 1851 gemacht, wo Berkowsky an dem Heliometer der Königsberger Sternwarte bei einer Expositionszeit von 84ˢ ein Daguerrotypbild erhielt, dessen Schönheit sehr gerühmt wird. Es zeigt die helleren Partien der Corona, und durch eine Loupe betrachtet, auch die Protuberanzen. Zunächst gelangen aber bereits photographische Aufnahmen im Jahre 1860 in Spanien an zwei Orten. Zu Rivabellosa wurden von De la Rue während der Totalität zwei, zu Desierto de las Palmas mit Secchi's Apparaten fünf Photographien erlangt, auf denen merkwürdigerweise auch Protuberanzen vorkommen, die man nirgends gesehen hatte. 1868 wurden in Aden und Guntoor je 6 Photographien erhalten; am 7. August 1869 richtete man jedoch in Amerika auf die photographischen Aufnahmen ein Hauptaugenmerk, und es wurden an verschiedenen Orten im Ganzen mehrere hundert Bilder während der partiellen Finsterniß und etwa 30 während der Totalität ausgeführt. Auf einigen der letzteren, insbesondere denen aus Shelbyville soll auch die Corona sich sehr schön abgebildet haben, von der man bei früheren Gelegenheiten immer nur Spuren erhalten hatte.

An vielen während der partiellen Finsterniß des vorigen Jahres aufgenommenen Photographien, besonders auffällig aber an denen aus Des Moines bemerkt man längs des Mondrandes an seiner Außenseite ein helleres Band, welches De Curtis für ein Diffractionsphänomen

erklärt. Ähnliche Erscheinungen auf den Photographien von Professor Stephen Alexander, ausgeführt während der ringförmigen Finsterniß am 26. Mai 1854 zu Ogdensburgh, hielt Airy blos für eine nervöse Irritation der Retina, herbeigeführt durch den Anblick der aneinandergrenzenden schwarzen und weißen Partien der Photographie, und De la Rue, der bei seinen Photographien dasselbe bemerkte, stimmt ihm darin zu.

Schließlich sei erwähnt, daß Williams noch im Jahre 1858, bei der Annularfinsterniß vom 15. März, Daguerreotypplatten für mindestens ebenso sensitiv, wenn nicht sensitiver hielt, als Collodium-Platten, nach den damals bekannten Methoden präparirt.

5. Verschiedene Erscheinungen.

Zum Schlusse will ich noch in Kürze ein paar Beobachtungen verschiedener Art, und zwar zunächst die mehrfach gesehenen Lichtbüschel an der Sonnensichel, besprechen. Darunter verstehe ich jedoch nicht die Sichtbarkeit des Mondes über die Hörnerspitzen hinaus beim Herannahen der Totalität, sondern Strahlensysteme, welche nur zeitweilig sichtbar sind, und von den Spitzen der Sonnensichel mehr minder tangential ausgehen. Bei der vorliegenden Finsterniß sah sie besonders deutlich Hennessy auf Barram point; minder gut Branfill in Guntoor, und in etwas geänderter Form Campbell in Jamkandi; bei früheren Finsternissen unter anderen Hind in Ravelsberg 1851, Arndt in Castellon de la Plana 1860 etc.; bei der folgenden im Jahre 1869 Hough in Mattoon. Auf diese Erscheinung hat man, wie ich glaube mit Unrecht, bisher sehr wenig Gewicht gelegt, sie in der Regel wohl auch mit der oben erwähnten Sichtbarkeit des Mondes jenseits der Sonnenscheibe verwechselt. Es ist nämlich nicht unmöglich, daß die Erklärung, die G. G. Stokes in den Proceedings der Royal Society von derselben gibt, mit geringen Modificationen auch auf die Coronastrahlen sich anwenden ließe, falls diese sich theilweise als optische Phänomene herausstellen sollten.

Auf die Farbe des Mondes während der Totalität haben bei dieser Finsterniß nur Walker und Oudemans geachtet. Der erstere nennt die Mondscheibe intensiv schwarz; der letztere hingegen findet die tiefe Schwärze des Mondes in den meisten Zeichnungen ganz über-

trieben, und hält dessen Farbe für ein dunkeles Bronze, und nicht für dunkeler als den Hintergrund in einiger Entfernung vom Doppelgestirne.

Die Angaben über die Färbung des Mondes aus früheren Finsternissen lauten ungemein verschieden: zum Theile wohl deßhalb, weil sie in der That bei verschiedenen Finsternissen variiren mag, zum größten Theile aber gewiß deßhalb weil die meisten Beobachter sie nur ganz beiläufig angeben. Zur Vergleichung stelle ich aus meinen Notizen, einige Angaben über das Aussehen des Mondes während der Totalität, die ich eben bei der Hand habe, zusammen, ohne indeß irgend wie auf Vollständigkeit Anspruch machen zu wollen. Bei der totalen Finsterniß am 2. Mai 1733 sah Birgerus Vassenius, und bei der am 16. Juni 1806 Ferrer den Mond so hell, daß man die größten Flecken auf seiner Oberfläche deutlich wahrnehmen konnte. 1842 erschien der Mond Airy, bei Turin so hell, als hätte er eigenes Licht; Biela in Padua kohlschwarz, Zantedeschi und seinen Mitbeobachtern in Venedig blauschwarz; Casari in Vicenza schwarzgrau, doch nicht gleichförmig, sondern gerade so wie man eine Kugel schattiren würde; Schaub bei Wien schwach röthlich, mit solchen Schattirungen wie der Maler eine Kugel darstellen würde; Werdmüller von Elgg vollkommen kugel-förmig, wie eine mit Tusche sorgfältig ausgefleißelte Kugel, v. Littrow gleichförmig schwarz. 1851 fand Crag in Ringerit den Mond fast ebenso aussehend, wie sonst unter Tags; Hind in Ravelsberg „dull purple", Dawes ebendaselbst „purplish black", Wolfers in Frauenberg gleichmäßig schwarzbraun. d'Abbadie in Fredricksvaern glaubte das Aschenlicht des Mondes deutlich aber farblos zu erkennen. 1860 erblickte ihn Gillis auf der Prairie Steilacoom einige Augenblicke vor der Totalität als vollkommen frei schwebende Kugel; Brubns in Tarazona so wie Haase in Valenzia schwarz; Mouchez endlich bei der Annularfinsterniß vom 30. October 1864 zu St. Catharina in Brasilien wie im Aschenlichte, und innen dunkler, außen heller.

Die Mondscheibe habe im Jahre 1868 nur ich in Aden bereits 37' vor dem Anfange der Totalität vollständig gesehen; von andern Orten wird nichts ähnliches berichtet. Bei früheren Finsternissen trat indeß diese Erscheinung oft schon lange vor der Totalität ein. So z. B. sah Arago 1842 bereits 40^m nach dem Beginne der Finsterniß die ganze Mondscheibe und Bouvard in Digne sie noch

38^m nach der Totalität; Hind erblickte 1851 den Mond 40^m nach dem Eintritte der Finsterniß kupferroth, und es wurde dadurch derselbe ringsherum sichtbar; Petit in Briviesca konnte 1860 schon 12^m vor der Totalität den ganzen Mondrand verfolgen etc. In so frühen Phasen der Finsterniß, wie die soeben genannten gehört die vollständige Sichtbarkeit des Mondes wohl zu einer großen Seltenheit: allein eine solche 1^m bis 2^m vor oder nach der Totalität ist schon sehr häufig wahrgenommen worden.

In Matawaloe-kéké wurde von den Professoren des Jesuitencollegiums zu Manila auch das von einem 60° Flintglas- und einem ebensolchen Crownglas-Prisma entworfene Spectrum untersucht, und gefunden, daß alle Farben an Intensität beim Fortschreiten der Finsterniß nahe gleichmäßig verlieren. Ähnliche Beobachtungen wurden bei früheren Finsternissen bereits wiederholt, aber mit sehr verschiedenem Erfolge angestellt. Schon bei der ringförmigen Finsterniß am 7. September 1820 untersuchte Wiseman das prismatische Farbenbild, und fand, daß bei vorrückender Phase hauptsächlich das rothe Ende geschwächt werde; im Jahre 1851 erhielt Carlini in Monza ein gleiches Resultat, und damit stimmt auch die Wahrnehmung die Biddulph Droeback, in der Nähe von Christiania machte, daß rothe Blumen während der Totalität ganz ihre Farbe einbüßten. Liais fand 1858 in Paranagua, daß nach und nach der gelbe Theil des Spectrums vorherrschend wurde etc. Bei dieser Art von Untersuchungen spielt offenbar der Zustand unserer Atmosphäre, insbesondere größere oder geringere Sättigung mit Wasserdampf eine wichtige Rolle, wie unter anderm auch die Beobachtung von Rziha in Aden am Ende der Totalität darthut.

Bei Gelegenheit früherer Finsternisse wurden auch öfter Versuche über die aktinische Wirkung der Sonnensichel kurz vor der Totalität und während der Ringbildung ausgeführt, und dabei stets gefunden, daß sie eine sehr geringe sei, indem z. B. 1820 Wiseman in Norwich und Stark in Augsburg selbst mit starken Brenngläsern keinerlei Entzündungen während der Ringdauer erzielen konnten. Dasselbe fanden 1851 mehrere Badegäste auf der Redlauer Höhe bei Zoppot kurz vor dem Eintritte der Totalität etc. Dieser Umstand macht begreiflich, daß schon mehrfach der Glanz des Sonnenhornes in den letzten Stadien selbst in Fernrohren ohne Blend-

gläser ertragen werden konnte, so unter anderen 1858 von Liais, als noch 6^m bis zum Eintritte der Totalität fehlten.

Zum Schlusse will ich noch die merkwürdige Bemerkung im Berichte Stephans hervorheben, daß Letourneur am Morgen des Tages der Sonnenfinsterniß „la lumière cendrée de la lune avec une très-grande netteté“ gesehen habe. Ist diese Bemerkung so zu verstehen, daß Letourneur noch am Morgen des 18. August die feine Mondsichel wahrnahm, so rückt diese Beobachtung die Zeiten der ersten und letzten Sichtbarkeit des Mondes nach und vor der Conjunction mit der Sonne, dieser letzteren viel näher als man bisher immer annahm, und hat außer der vielfach angezweifelten Nachricht Marco Polo's, er habe einst an ein und demselben Tage die Mondsichel vor und nach der Conjunction mit der Sonne gesehen, kaum ein zweites Seitenstück.

Digitized by Google

Stanford University Libraries

3 6105 007 784 122

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.

JUN 4 '88